

# LIFTRO TAKALAITANOSTIN

Yksittäishyväksyntä vai tyyppihyväksyntä

Janne Tulokas

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2010

Kone- ja tuotantotekniikka  
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU  
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Author(s) TULOKAS, Janne	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 28.05.2010
	Pages 56	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title LIFTRO TAIL LIFT - INDIVIDUAL OR TYPE APPROVAL PROCEDURE		
Degree Programme Mechanical and Production Engineering		
Tutor(s) SÄLLINEN, Pekka		
Assigned by Liftro SANDHOLM, Ismo		
<p>Abstract</p> <p>The Bachelor's Thesis found out the opportunities for registration of the tail lift and rear underrun protection equipment made by the company called Liftro. The rules changed at the beginning of 2010 and after that the registration inspection has not been available anymore. This study has been conducted following the directions of the authorities and using the valid legislation.</p> <p>The Bachelor's Thesis includes the newest machinery directive 2006/42/EY and how it affects manufacturing. The machinery directive does not include the rear underrun protection device. The requirements for the tail lift are found in the standard SFS-EN 1756-1 + A1. The machinery directive allows three options for a tail lift if manufacturing is based on harmonized standards. The requirements for the rear underrun protection are based on the European Union law 30.8.2008/232.</p> <p>The tail lift and rear underrun protection could be approved with the available type approval. It could be an EU-type approval, E-type approval or national type approval. The company has to use the quality system which is based on a standard if they try to apply for a type approval. The quality system has to fulfil the road department TraFi's evaluation criteria. The type approved product could be approved by an inspector.</p> <p>Another option for rear underrun protection is individual procedure. The resistance of the rear underrun protection has to show with a test. The test could be conducted with strength calculations. The manufacturer has to do those calculations for different places and forces. The thesis includes those strength calculations. Calculations have been done using Euro code standards for steel constructions.</p>		
Keywords Tail lift, rear underrun protection, machinery directive 2006/42/EY, E-rule 58, individual approval, type approval		
Miscellaneous Annexes include strength calculations for rear underrun protection. There are few most important annexes from machinery directive 2006/42/EY.		



Tekijä(t) TULOKAS, Janne	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 28.05.2010
	Sivumäärä 56	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi LIFTRO TAKALAITANOSTIN - YKSITTÄISHYVÄKSYNTÄ VAI TYYPPIHYVÄKSYNTÄ		
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) SÄLLINEN, Pekka		
Toimeksiantaja(t) Liftro SANDHOLM, Ismo		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä selvitettiin Liftron valmistamien kuorma-auton takalaitanostimien ja taka-alleajosuojien rekisteröintiin liittyviä vaihtoehtoja. Rekisteröintiä koskevat vaatimukset muuttuivat rekisteröintikatsastuksen poistuttua käytöstä vuoden 2010 alussa. Selvitystyö on tehty viranomaisten antamien tietojen mukaisesti sekä opinnäytetyön aikaista lainsäädäntöä noudattaen. Opinnäytetyötä tehdessä on oltu lisäksi yhteydessä laitteille testauspalvelua tarjoaviin yrityksiin.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään uusimman konedirektiivin 2006/42/EY vaikutusta takalaitanostimien valmistukseen, alleajosuojaus ei kuulu konedirektiivin vaikutuspiiriin. Takalaitanostimen osalta löytyi lisäksi selkeä standardi SFS-EN-1756-1 + A1, jossa määritellään nostimen vaatimukset. Konedirektiivistä löytyi takalaitanostimelle kolme eri vaihtoehtoa, mikäli tuote valmistetaan yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti. Taka-alleajosuojan osalta vaatimukset löytyivät Euroopan unionin lainsäädännöstä L 30.8.2008/232. Taka-alleajosuojaus koskee myös direktiivi 70/221/ETY, muutettuna direktiiviin 2006/20/EY liitteellä 2.</p> <p>Takalaitanostimen ja alleajosuojan osalta hyväksyntä voidaan toteuttaa hakemalla tuotteelle tyyppihyväksyntä. Tyyppihyväksyntä voi olla EY-tyyppihyväksyntä, E-tyyppihyväksyntä tai kansallinen tyyppihyväksyntä. Tyyppihyväksyntä edellyttää yritykseltä standardiin perustuvaa laatujärjestelmää, joka täyttää tieliikennelatos TraFin arviointikriteerit. Komponenttina tyyppihyväksytty tuote voidaan hyväksyä katsastajan toimesta.</p> <p>Toinen vaihtoehto taka-alleajosuojan osalta on yksittäishyväksyntä. Taka-alleajosuojalta edellytetään kestävyyskokeiden toteuttaminen testauksella. Testaus voidaan toteuttaa lujuuslaskemalla, jossa valmistaja osoittaa taka-alleajosuojan kestävästi tietyt kuormat eri pisteissä. Opinnäytetyöhön kuului kyseisten lujuuslaskemien tekeminen. Lujuuslaskemat on tehty teräsrakenteiden</p>		
Avainsanat (asiasanat) Takalaitanostin, taka-alleajosuojat, konedirektiivi 2006/42/EY, E-sääntö nro.58, yksittäishyväksyntä, tyyppihyväksyntä.		
Muut tiedot Liitteenä lujuuslaskemat taka-alleajosuojan osalta, sekä konedirektiivistä tärkeimmät takalaitanostinta koskevat liitteet.		

## SISÄLTÖ

1	OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TOIMEKSIANTO .....	3
1.1	Johdanto .....	3
1.2	Lifto .....	4
2	TAKALAITANOSTIN .....	4
3	TULOKSET .....	5
3.1	KONEIDEN JA LAITTEIDEN HYVÄKSYMISMENETTELYT .....	5
3.1.1	Yksittäishyväksyntä ja rekisteröintikatsastus .....	5
3.1.2	Muutoksastus.....	7
3.2	KONEIDEN VALMISTAMISTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET .....	7
3.2.1	Konedirektiivi 2006/42/EY.....	8
3.2.2	CE-merkintä.....	13
4	AJONEUVOLAKI 1248/2002.....	14
5	TAKALAITANOSTINTA KOSKEVA STANDARDI SFS-EN 1756-1 + A1	15
6	ALLEAJOSUOJAA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET .....	17
6.1	Alleajosuojan määritelmä .....	17
6.2	Direktiivi 70/221/ETY .....	17
6.3	E-sääntö 58.....	18
6.3.1	Vaatimukset suojalle.....	18
6.3.2	Vaatimukset asentamiseen.....	19
6.3.3	Testaus.....	19
7	LUJUUSLASKELMAT TAKA-ALLEAJOSUOJALLE.....	20
8	TALOUS.....	23
8.1.1	Ulkopuolinen rahoitus .....	23
8.1.2	Laatujärjestelmä .....	23
9	POHDINTA.....	24
	LÄHTEET .....	27
	LIITTEET .....	29
	Liite 1. EY- vaatimustenmukaisuusvakuutus (L 9.6.2006/157.).....	29
	Liite 2. Koneiden tekninen tiedosto (L 9.6.2006/157.) .....	31
	Liite 3. EY-tyyppihyväksyntä järjestelmä (L 9.6.2006/157.) .....	34
	Liite 4. Laatujärjestelmä (L 9.6.2006/157.) .....	36
	Liite 5. Lujuuslaskelmat, nurjahdus keskikappaleelle .....	39

Liite 6. Lujuuslaskelmat, taivutus ja aksiaalinen voima päätykappaleelle .....	41
Liite 7. Lujuuslaskelmat, ruuviliitokset keskikappaleelle .....	44
Liite 8. Lujuuslaskelmat, ruuviliitokset päätykappaleille .....	47
Liite 9. Lujuuslaskelmat, hitsausliitokset keskikappaleelle .....	51
Liite 10. Lujuuslaskelmat, hitsausliitokset päätykappaleessa .....	53

## KUVIOT

KUVIO 1. Takalaitanostin, taka-alleajosuojaa ympyröitynä (Kuvia 2010, muokattu) .....	5
KUVIO 2. Takalaitanostinta ja taka-alleajosuojaa koskevat määräykset .....	8
KUVIO 3. Vaihtoehdot konedirektiivin 2006/42/EY liitteen IV koneille. ....	11

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Yksittäishyväksyntä vai rekisteröintikatsastus (Rekisteröintikatsastus / Yksittäishyväksyntä) .....	6
TAULUKKO 2. Hyväksymismenettelyjä ja niihin kuuluvia laitteita/kohteita .....	15
TAULUKKO 3. Lujuuslaskelmat .....	22

# 1 OPINNÄYTETYÖN TAUSTA JA TOIMEKSIANTO

## 1.1 Johdanto

Opinnäytetyön toimeksiantajana oli Muuramelainen Liftro. Liftro valmistaa takalaitanostimia kuorma-autoihin. Yrityksen valmistamiin takalaitanostimiin kuuluu taka-alleajosuoja. Työssä tuli selvittää takalaitanostimien ja taka-alleajosuojien hyväksyntään vaadittavia tietoja sekä, mitä vaihtoehtoja yrityksellä on vaatimusten täyttämiseksi.

Työn lähtökohtana oli selvittää vuoden 2010 alussa voimaan astuneen konedirektiivin 2006/42/EY vaikutusta valmistajan toimintaan. Selvitystyön aikana ilmeni myös muita vaatimuksia, joita valmistajan tulee huomioida. Myös nämä otettiin mukaan opinnäytetyöhön.

Takalaitanostimelle konedirektiivistä löytyi kolme eri vaihtoehtoa, joista yhtä valmistajan tulee noudattaa. Takalaitanostimeen kuuluvan alleajosuojan käyttöönotto liikennekäyttöön on mahdollista toteuttaa joko yksittäishyväksyntänä, jolloin kukin taka-alleajosuoja tarkastetaan erikseen ajoneuvon rekisteröinnin yhteydessä. Toisena vaihtoehto on hakea tuotteelle tyyppihyväksyntä, jolloin ulkopuolinen taho on todennut tuotteen täyttävän direktiivissä siltä edellytetyt vaatimukset. Tyyppihyväksyntä edellyttää yritykseltä laatujärjestelmää, jolla pystytään vaakuttamaan tuotannossa olevien tuotteiden vastaavuus hyväksytyn tyyppin kanssa.

Takalaitanostimelle määritetyt vaatimukset löytyvät standardista SFS-EN 1756-1+A1. Taka-alleajosuojia koskevat omat vaatimukset, jotka on määritelty yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission UN/ECE säännössä nro 58. Nämä vaatimukset voimien kestävyys suhteen voidaan todeta joko testipenkissä tai simuloimalla lujuuslaskelmin. Lujuuslaskelmien tekeminen kuului osana opinnäytetyöhön.

Selvitystyö oli ajankohtainen, sillä konedirektiiviä vastaava asetus astui voimaan vuoden 2010 alussa. Tavoitteena oli rakentaa selkeä kokonaisuus

mahdollisista vaihtoehtoista, jota yrityksen on mahdollisuus käyttää toiminnassaan.

Selvitystyön toteutin pääsääntöisesti Internetistä löytyneiden tietojen perusteella. Olin yhteydessä tieliikennelaitos TraFiin, josta selvisi direktiivejä sekä tyyppihyväksyntään liittyviä asioita. Taka-alleajosuojaan ja yksittäishyväksyntään liittyvistä kysymyksistä olin yhteydessä Test Worldiin. Opinnäytetyöhön liittyviä tietoja sain myös katsastuskonttoreilta.

## 1.2 Liftro

Takalaitanostimia valmistava Liftro toimii Muuramen teollisuusalueella. Liftro on valmistanut takalaitanostimia omaan käyttöön 2000-luvun alusta. Yleisille markkinoille takalaitanostinta alettiin tehdä vuoden 2009 alussa. Liftro on tällä hetkellä ainut suomalainen takalaitanostimien valmistaja. Yrityksen on tarkoitus muuttua osakeyhtiöksi kevään 2010 kuluessa. Yritys toimii samoissa toimitiloissa Päijät-Metallin kanssa. Päijät-Metalli Ky on alihankinta konepaja, joka työstää erikoisosia ja piensarjoja mm. Roclalle. Molempien yritysten toimitusjohtajana toimii Ismo Sandholm. (Historia 2010).

## 2 TAKALAITANOSTIN

Takalaitanostin on yleensä kuorma-auton takaosassa sijaitseva laite, jolla nostetaan kuljetettavia tuotteita, tavaroita tai ihmisiä, ajoneuvon kuormatilaan tai lastauslaiturille ks. kuvio 1. Takalaitanostin koostuu pääasiassa nostotasosta, voimansiirtojärjestelmästä, kantavista rakenneosista ja yhdestä tai useammasta käyttöpaikasta. Tavaroiden nostamiseen tarkoitettussa nostimessa käyttöpaikka voi sijaita nostotasolla, mikäli paikka on erikseen merkitty tasolta ja laitteisto suunniteltu sen mukaan. Takalaitanostinta voidaan käyttää tarvittaessa kuormaussiltana. Nostinta saa käyttää ainoastaan pätevä henkilö, tavallisesti kuorma-auton kuljettaja. (SFS 1756-1 + A1, 2010, 10–16.) Takalaitanostin toimii omalla hydraulisella järjestelmällä. Nostimen toimintaan tarvittava virta saadaan otettua kuorma-auton järjestelmästä.



**KUVIO 1. Takalaitanostin, taka-alleajosuojaja ympäröitynä (Kuvia 2010, muokattu)**

### 3 TULOKSET

#### 3.1 KONEIDEN JA LAITTEIDEN HYVÄKSYMISMENETTELYT

##### 3.1.1 Yksittäishyväksyntä ja rekisteröintikatsastus

Uusille M-, N- ja O-luokkien ajoneuvoille tehdään yksittäishyväksyntä taulukon 1. mukaisesti. Kuorma-autot joihin takalaitanostin asennetaan, kuuluvat pääsääntöisesti N-luokan ajoneuvoihin. Yksittäishyväksyntä tulee tehdä, sillä aiemmin käytössä ollut rekisteröintikatsastus poistui yleisestä käytöstä vuoden 2009 alussa. Tällä hetkellä rekisteröintikatsastus voidaan suorittaa vain Eu-



roopan talousalueella rekisteröidyille ajoneuvoille tai muualla yli kuusi kuukautta aiemmin rekisteröidyille ajoneuvoille ks. taulukko 1. Ajoneuvon yksittäishyväksyntä maksu on katsastusasemakohtainen. Maksun suuruuteen vaikuttaa mm. ajoneuvontyyppi, paino ja mitat. (Niiranen, P. 2010.)

Ajoneuvon yksittäishyväksynnän lisäksi saatetaan ajoneuvolle joutua tekemään erillinen yksittäishyväksyntä jonkin komponentin osalta. Esimerkiksi mikäli taka-alleajosuojia ei ole tyyppihyväksytty komponentti, se tarvitsee erikseen yksittäishyväksyä asiantuntijan toimesta. Tavanomaisesti katsastusasemalta löytyy asiantuntija, joka voi suorittaa erillisten osien yksittäishyväksynnän. Mikäli ajoneuvossa on useampia yksittäishyväksyttäviä komponentteja, saattaa ajoneuvon rekisteröintihinta nousta useita satoja euroja. Erillistä yksittäishyväksyntä maksua voidaan pienentää, mikäli samalla kertaa hyväksyttävänä on useita keskenään samanlaisia ajoneuvoja. (Niiranen, P. 2010.)

**TAULUKKO 1. Yksittäishyväksyntä vai rekisteröintikatsastus (Rekisteröintikatsastus / Yksittäishyväksyntä)**

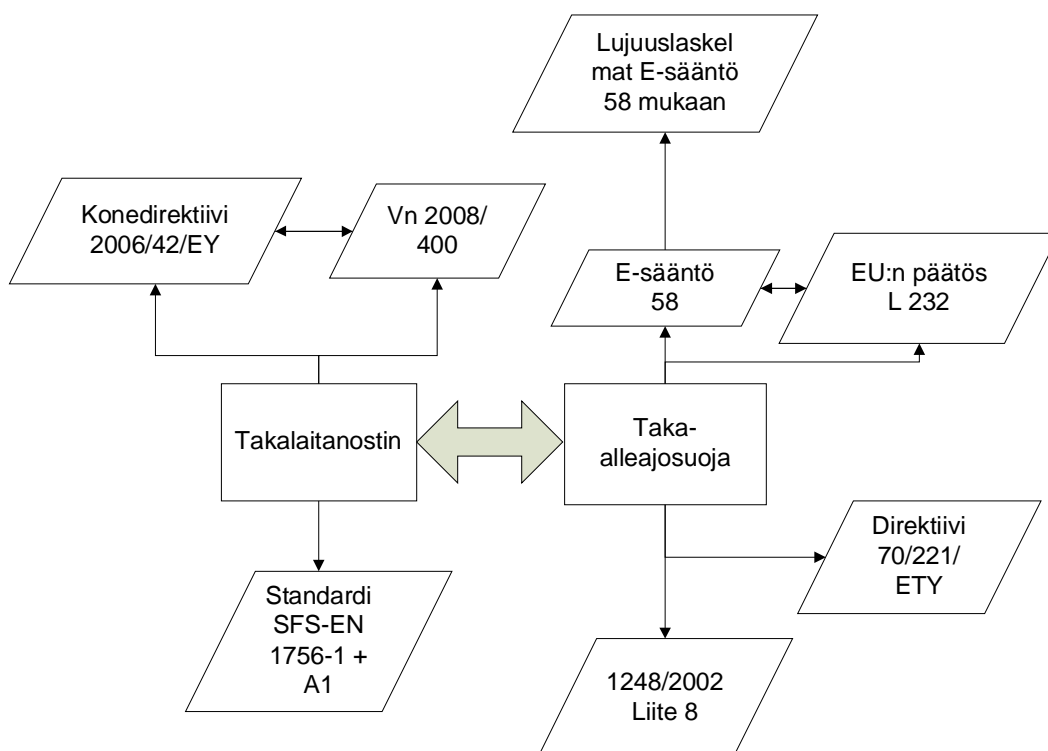
Ajoneuvoluokka	M,N,O			L,T,MTK,LTR,MA
Käyttöönotto	Rekisteröity ETA-alueella	Rekisteröity muualla	Käyttöönottamaton ajoneuvo	Kaikki
Uusi	-	-	Yksittäishyväksyntä	RK
Korkeintaan 6kk sitten	RK	Yksittäishyväksyntä	-	RK
Yli 6kk sitten	RK	RK	-	RK

### 3.1.2 Muutoksastus

Moottorikäyttöiselle ajoneuvolle on tehtävä muutoksastus, mikäli ajoneuvon rakennetta tai käyttötarkoitusta muutetaan olennaisesti. Olennaisena muutoksena voidaan pitää osien ja varusteiden poistamista tai lisäämistä siten, että ne muuttavat merkittävästi ajoneuvon ominaisuuksia tai käyttötarkoitusta. Muutoksastus tulee tehdä myös ajoneuvonluokan muuttuessa ja ajoneuvoa koskevan veron tai maksun muuttuessa. (L 11.12.2002/1090.) Muutoksastuksen ja yksittäishyväksynnän ero on siinä, että muutoksastus tehdään käytössä olleisiin ajoneuvoihin joita muutetaan. Eli mikäli käytössä olleeseen kuorma-autoon asennetaan takalaitanostin, tulee ajoneuvo hyväksyä tieliikennekäyttöön muutoksastuksen avulla.

## 3.2 KONEIDEN VALMISTAMISTA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

Takalaitanostimeen ja taka-alleajosuojaan alkoi löytyä keskenään eri vaatimuksia ja määräyksiä. Takalaitanostimelle ja taka-alleajosuojalle löytyneet vaatimukset on eritelty molemmille omiksi kokonaisuuksiksi. Kokonaisuutta havainnollistamaan on alla olevassa kuviossa 2 esitelty takalaitanostinta ja taka-alleajosuojaa koskevia määräyksiä ja niiden keskinäisiä riippuvuuksia. Konedirektiivin antamia vaihtoehtoja takalaitanostimelle on havainnollistettu erikseen kuviossa 3.



**KUVIO 2. Takalaitanostinta ja taka-alleajosuojaa koskevat määräykset**

### 3.2.1 Konedirektiivi 2006/42/EY

Konedirektiivi 2006/42/EY on Euroopan unionin koneiden turvallisuusedirektiivi. Konedirektiivissä käsitellään koneiden ja laitteiden valmistuksessa ja turvallisessa käytössä huomioon otettavia asioita. Konedirektiivin uusin päivitys on annettu 17.5.2006 jäsenvaltioiden käyttöön. Direktiivissä on muutettu edellistä konedirektiiviä 95/16/EY. Suomessa on annettu valtionneuvoston asetus koneturvallisuudesta 12.6.2008/400. Asetuksen sisältö vastaa konedirektiiviä 2006/42/EY. Asetus tuli voimaan Suomessa 29.12.2009.

Konedirektiivin vaikutuksen alaisuuteen kuuluvat mm. koneet, vaihdettavat laitteet, turvakomponentit, nostoapuvälineet, nostoketjut, -köydet ja vyöt, nivellakselit sekä puolivalmisteet. Direktiivin liitteessä IV on määritelty erikseen edellä mainittuja koneita ja laitteita, joille asetetaan tarkempia vaatimuksia valmistuksen suhteen. Liitteessä mainitaan autonostimet. Varmistin takalaitanostimen kuuluvan liitteen vaikutuksen alaisuuteen englanninkielisestä konedirektiivistä, jossa vastaava kohta oli *vehicle servicing lifts*. Osa koneista

tai laitteista on suljettu erikseen direktiivin soveltamisalan ulkopuolelle erillisen listan mukaan. Tällaisia laitteita ovat mm. ampuma-aseet, osa maatalous- ja metsätraktoreista, muuntaja ja sähkömoottorit. (L 9.6.2006/157.)

Konedirektiivissä on erikseen mainittu puolivalmisteet, sekä niitä koskevat menettelytavat ja määräykset. Puolivalmiste on yhdistelmä, joka yksinään ei pysty toimimaan. Puolivalmiste tarvitsee toisen koneen tai laitteen toimiakseen. Esimerkiksi koneen voimansiirtojärjestelmä on puolivalmiste.

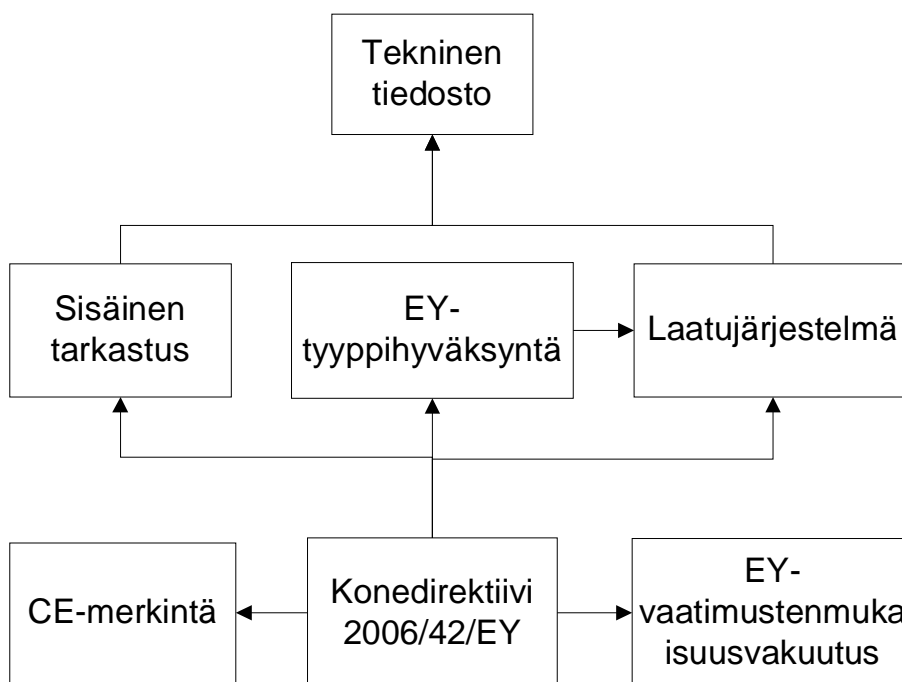
Puolivalmisteen osalta tarvitaan vastaavat vakuutukset direktiivin vaatimusten noudattamisesta sekä kuvaus laitteesta ja sen toiminnasta, kuin itse direktiiviin kuuluvilta koneilta ja laitteilta. Puolivalmiste kuuluu direktiivin noudattamisen piiriin, mikäli sitä käytetään koneessa joka on mainittu direktiivissä tai mikäli puolivalmiste on suoranaisesti määriteltä direktiivissä. (L 9.6.2006/157.)

Koneen tai laitteen saattamiseksi markkinoille konedirektiivi määrää valmistajan tekemään EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen. Vakuutuksessa nimensä mukaisesti valmistaja vakuuttaa koneen olevan konedirektiivin vaatimusten mukainen. Vakuutuksessa kerrotaan myös standardit, joiden mukaisesti kone on valmistettu. Vakuutuksen sisällöstä on kokonaisuudessa liitteessä 1. Liitteessä 1 on myös puolivalmisteita koskeva liittämismukautus. Vakuutuksen tulee kulkea koneen mukana. Koneeseen tulee kiinnittää CE-merkintä, kun se saatetaan markkinoille ja se täyttää direktiivien vaatimukset. CE-merkintä ja vaatimustenmukaisuusvakuutus ovat erillisiä, eivätkä ne korvaa toisiaan. (L 9.6.2006/157.)

Konedirektiivin liitteessä I on esitetty olennaisimmat turvallisuus- ja terveysvaatimukset, joidenka noudattamiseen direktiivissä viitataan. Vaihtoehtona turvallisuus- ja terveysvaatimusten noudattamiselle direktiivissä mainitaan koneen valmistamisesta yhdenmukaistettujen standardien mukaisesti. Tällöin standardin katsotaan ottavan huomioon oleellimmat turvallisuus- ja terveysvaatimukset. Standardin katsotaan olevan yhdenmukaistettu, mikäli siihen viitataan Euroopan unionin virallisessa lehdessä. Taka-alleajosuojan osalta viitataan standardiin EN 1756-1 +A1 22.8.2008 ilmestyneessä lehdessä. (L 9.6.2006/157.)

Jos kone on mainittu konedirektiivin liitteessä IV, tulee valmistajan noudattaa tai soveltaa jotain seuraavista menettelyistä: Koneen sisäiseen tarkastukseen perustuvaa vaatimustenmukaisuusmenettelyä, EY-tyyppitarkastusmenettelyä sisältäen koneen valmistukseen kuuluvan sisäisen tarkastuksen tai täydellistä laadunvarmistusmenettelyä. (L 9.6.2006/157.)

Sisäisessä tarkastuksessa valmistaja tai valmistajan edustaja vakuuttaa kyseisen koneen täyttävän koneeseen sovellettavien direktiivien vaatimukset. Valmistajan on myös laadittava kustakin sarjaa edustavasta koneesta tekninen tiedosto. Tekninen tiedosto tulee laatia myös, mikäli noudatetaan laatutai tyyppihyväksyntäjärjestelmää kuvion 3 mukaisesti. Joten valmistajan tulee koota tekninen tiedosto joka tapauksessa, riippumatta minkä menettelyn valmistaja valitsee. Valmistajan tulee toteuttaa tarvittavat toimenpiteet, jotta valmistusmenetelmät täyttävät kyseisen teknisen tiedoston ja ovat direktiivien mukaisia. Teknisessä tiedostossa tulee olla: koneen yleiskuvaus, täydelliset ja yksityiskohtaiset laskelmat piirustuksineen, testaustulokset, käytetyt standardit ja luettelo olennaisimmista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista. Sarjatuotannon osalta tulee kertoa ne toimenpiteet, joiden avulla varmistetaan koneen pysyminen säännösten mukaisena. Liitteessä 2 on esitetty teknisen tiedoston sisältö kokonaisuudessaan, sekä puolivalmisteita koskevat tekniset asiakirjat. (L 9.6.2006/157.)



**KUVIO 3. Vaihtoehdot konedirektiivin 2006/42/EY liitteen IV koneille.**

### Tyyppihyväksyntä

Tyyppihyväksynnällä tarkoitetaan menettelyä, jossa tyyppihyväksyntäviranomaisen varmentaa ajoneuvontyyppin, järjestelmän, yksikön tai jonkin osan täyttävän sitä koskevat tekniset vaatimukset. Suomessa ajoneuvoja koskeva hyväksyntäviranomainen on ajoneuvohallintokeskus. (A 19.12.2002/1244.)

Erilaisia tyyppihyväksyntöjä ovat EY-tyyppihyväksyntä, E-tyyppihyväksyntä ja kansallinen tyyppihyväksyntä. E-tyyppihyväksyntä perustuu Genevessä vuonna 1958 annettuihin sääntöihin joita on myöhemmin muutettu ja paranneltu E-säännöillä. E-tyyppihyväksyminen tulee tehdä Geneven sopimuksessa säädetyn menettelyn mukaisesti. Kansallinen tyyppihyväksyntä on suomessa ajoneuvoille tai sen osille myönnettävä tyyppihyväksyntä. Kansallisessa tyyppihyväksynnässä hyväksyntäviranomainen voi myöntää vähäisiä poikkeuksia ajoneuvolain 1248/2002 vaatimuksista. Tuotteelle voidaan hakea myös piensarja tyyppihyväksyntää. Piensarjan tyyppihyväksyntä ei vastaa täydellistä tyyppihyväksyntää. Se myönnetään tuotteille, jonka valmistusmäärä on ennalta rajoitettu enimmillään 25 kappaleeseen vuodessa. (A 19.12.2002/1244.)

Konedirektiivissä mainittu EY-tyyppitarkastusmenettely on vastaava kuin EY-tyyppihyväksynnän hakeminen tuotteelle. EY-tyyppihyväksynnällä tarkoitetaan tyyppihyväksyntädirektiivien ja erityisdirektiivien mukaista hyväksyntää. EY-tyyppihyväksyntä hakemus sisältää valmistajan tiedot, teknisen tiedoston sekä vakuutuksen, ettei vastaavaa hakemusta ole toimitettu toiselle hyväksyntäviranomaiselle. Tarvittaessa hyväksyntälaitokselle on toimitettava tuote testauksia varten. Hyväksynnästä vastaava viranomainen katsoo tuotteen direktiivien mukaisuuden. Tuotteen ollessa direktiivin säädösten mukainen myönnetään tuotteelle EY-tyyppihyväksyntä todistus. Tuotteelle EY-tyyppihyväksynnän myöntäneellä viranomaisella on velvollisuus ilmoittaa hyväksynnästä muille ETA-valtioiden hyväksyntäviranomaisille. Mikäli tuote ei täytä direktiivin vaatimuksia, on tyyppihyväksynnän hakijalla mahdollisuus hakea muutosta puutteet korjattuaan. Valmistajan tehdessä tuotteelle muutoksia tyyppihyväksynnän saatuaan, tulee kaikista muutoksista kertoa tyyppihyväksynnän myöntäneelle laitokselle. EY-tyyppihyväksyntätodistuksen myöntäneen laitoksen tulee tarkastaa vaatimusten täyttäminen viiden vuoden välein. Kaikki EY-tyyppitarkastukseen kuuluvat vaatimukset on esitetty liitteessä 3. (L 9.6.2006/157; A 19.12.2002/1244.)

### Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmässä tulee kertoa erilaisia menettelytapoja ja toimenpiteitä, jossa kerrotaan kuinka yrityksessä menetellään laatuasioissa. Tällaisia ovat erilaiset laatuohjelmat, -käsikirjat, -suunnitelmat ja merkinnät. Niissä kerrotaan laatuavoitteista sekä, kuinka organisaatiota ja johdon vastuualueita on jaettu yrityksessä. Menettelytavoissa tulee kertoa myös tuotteelle tehtävistä tarkastuksista ja testeistä sekä niiden tiheydestä, joita tehdään tuotteen valmistuksen ajan aina valmiiseen tuotteeseen saakka. Valmistajan saatua laatujärjestelmälle ulkopuolinen hyväksyntä, valmistajan velvollisuutena on pitää laatujärjestelmä asianmukaisena ja tehokkaana vastaavalla tasolla kuin se on hyväksytty. Järjestelmälle suunnitelluista muutoksista on ilmoitettava laatujärjestelmän hyväksyneelle laitokselle. (L 9.6.2006/157.)

Yritykseltä, joka hakee tuotteelleen tyyppihyväksyntää, edellytetään laatujärjestelmää. Laatujärjestelmä voi olla sertifioitu tai standardiin perustuva yrityksen oma järjestelmä. Järjestelmän avulla voidaan olettaa tuotannon py-

syvän tasalaatuisena tuotteen sarjavalmistuksen aikana. Näin ollen myös valmistettavien tuotteiden voidaan olettaa täyttävän samat vaatimukset, jotka alkuperäinen hyväksytty tuote on täyttänyt. Ajoneuvojen ja niiden valmistajien laatu järjestelmän toimivuus arvioidaan tieliikennelaitos TraFin arviointikriteeristöä vasten. Arvioinnin jälkeen asiakas saa palauteraportin, johon on merkitty havainnot arvioidusta toiminnasta ja mahdollisista puutteista. Arviointi suoritetaan viranomaisten ja valmistajan kanssa sovituin säännöllisin väliajoin, näin taataan vaatimuksenmukaisuuden ylläpysyminen. Perusteellinen laatu järjestelmän tarkastus tehdään kolmen vuoden välein. Konedirektiivissä on mainittu täydellinen laadunvarmistusjärjestelymenettely. Laadunvarmistusmenettelyä ja sen hakemista koskevat määräykset on esitelty liitteessä 4. (L 9.6.2006/157; Hyväksyntäasiakkaan prosessien valvonta HAP (COP) 2010.)

### 3.2.2 CE-merkintä

CE-merkinnällä valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän Euroopan yhteisölainsäädännön vaatimukset, joissa säädetään CE-merkinnän kiinnittämisestä. Tuotteeseen kiinnitettynä merkintä on kiinnittäjän tai merkinnän kiinnittämistä vastaavan henkilön vakuutus siitä, että tuote on siihen sovellettavien säännösten mukainen ja tuotteelle on suoritettu vaatimustenmukaisuuden arviointimenettelyt. (Konedirektiivin soveltaminen ja kansallinen lainsäädäntö 1997, 41–43.)

Jos tuote havaitaan CE-merkinnän vastaiseksi, se voidaan vetää pois markkinoilta tai estää sen markkinoille pääsy viranomaisten toimesta, ellei tuotetta kehotuksista huolimatta saateta määräysten mukaiseksi (Konedirektiivin soveltaminen ja kansallinen lainsäädäntö 1997, 41–43). CE-merkki ei myöskään ole turvallisuusmerkki, sillä direktiivit ottavat usein huomioon vain osan tuotteelta vaadittavista ominaisuuksista (Valtanen 2007, 735). Euroopan alueella ei kuitenkaan ole valvovaa tahoa, joka järjestelmällisesti seuraisi vaatimusten täyttymistä. Näin ollen koneesta tai laitteesta löytyvä CE-merkintä ei takaa tuotteen täyttävän sille asetettuja vaatimuksia yhtä hyvin kuin tyyppihyväksyntä.



#### 4 AJONEUVOLAKI 1248/2002

Laissa on määrätty ajoneuvojen ja perävaunujen rakenteista ja varusteista. Ajoneuvot, joiden paino ylittää 3,5 tonnia, kuuluvat N<sub>2</sub>-, N<sub>3</sub>- tai M<sub>1</sub>-luokkaan kun tavarakuorma on henkilökuormaa suurempi. Näiden luokkien ajoneuvoihin sallitaan enimmillään kahdeksan istumapaikkaa kuljettajan lisäksi. Lain liitteissä on määrätty EY-asetuksista sekä niiden voimaan tulosta. Laissa ei ole asetettu takalaitanostimelle erityisiä vaatimuksia. Taka-alleajosuojalle ei myöskään aseteta laissa teknisiä vaatimuksia. (L 19.12.2002/1248.)

Lakia on muutettu useaan otteeseen, liitteet 7 ja 8 on lisätty 21.4.2009/256 tehdyssä muutoksessa. Lakia koskeva viimeisin muutos on tehty 8.9.2009/694. Lain liitteessä 8 on määritelty ajoneuvon osia ja tapoja, joilla vaatimusten mukaisuus voidaan osoittaa. Vaihtoehtoina ovat tyyppihyväksyntä, hyväksytyn asiantuntijan pätevyysaluetta vastaava selvitys, tutkimuslaitoksen selvitys, valmistajan suorittamien testien raportilla, hakijan vakuutuksella keskeisten vaatimusten täyttymisestä tai katsastuksen yhteydessä tehtävällä tarkastuksella. Taulukossa 2 on lueteltu kaikki vaatimustenmukaisuuden osoittamistavat ja annettu muutama esimerkki laite, joka voidaan hyväksyä kyseisellä tavalla. Selitteenä taka-alleajosuojalle on hyväksytyn asiantuntijan pätevyysaluetta vastaava selvitys. Toisena vaihtoehtona on tarkastus niille ajoneuvoille, joissa korin mitoitus on riittävä, ettei erillistä alleajosuojaa vaadita. Lain liitteessä 8 on määritelty polttonestesäiliöitä ja alleajosuojia koskevaksi direktiiviksi 70/221/ETY. Takalaitanostinta ei mainita ollenkaan lain liitteessä 8. Tuohon liitteeseen nojaten taka-alleajosuojan ei tarvitse olla välttämättä EY-tyyppihyväksytty. (L 8.9.2009/694; L 19.12.2002/1248.)

**TAULUKKO 2. Hyväksymismenettelyjä ja niihin kuuluvia laitteita/kohteita**

Vaatimusten mukaisuuden osoittamistapa	Laite/ kohde
Tyyppihyväksyntä	Heijastimet, suuntavalaisimet ja ajovalaisimet (myös polttimot).
Hyväksytyn asiantuntijan pätevyysaluetta vastaava selvitys	Päästöt, dieselin savutus ja valaisimien asennus.
Tutkimuslaitoksen selvitys	Melutaso, moottorin teho ja varkauksen estolaite ja ajoneuvon lukituslaite.
Valmistajan suorittamien testien raportilla	Äänimerkinantolaite, hinauslaitteet, nopeusmittari ja peruutusvaihde.
Hakijan vakuutuksella keskeisten vaatimusten täyttymisestä	Ovien lukot ja saranat, istuinten lujuus ja lämmitysjärjestelmä.
Katsastuksen yhteydessä tehtävällä tarkastuksella	Lakisääteiset kilvet, pyörien roiskeuojat ja hallintalaitteiden merkinnät.

## 5 TAKALAITANOSTINTA KOSKEVA STANDARDI SFS-EN 1756-1 + A1

Takalaitanostimia varten on kaksiosainen standardi. Standardi SFS-EN 1756-1 + A1 sisältää tavaroiden nostelemiseen kuuluvat nostimet. Standardin toinen osa, SFS-EN 1756-2, pitää sisällään henkilöiden, mukaan lukien liikuntarajoitteisten henkilöiden, nostamiseen tarkoitettut takalaitanostimet. Liftron valmistamat takalaitanostimet kuuluvat standardin ensimmäiseen osaan, joten opinnäytetyössä on perehdytty vain ensimmäiseen osaan.

Standardi SFS-EN 1756-1 + A1 pitää sisällään suunnittelua koskevat turvallisuusvaatimukset, nostimien tarkastamista ja turvallisuutta koskevat tiedot sekä tekniset vaatimukset vaaratekijöiden minimoimiseksi. Standardi sisältää lisäksi velvoittavia ja opastavia liitteitä, joissa on selkeästi kuvattu vaaditut seikat. Käyttäjän kannalta hyvänä puolena voi pitää standardissa esitetyt selkeät

ja tarkat vaatimukset käyttö- ja asennusohjeiden sisällöstä. Käyttöohjekirjan tulee sisältää mm. kunnossapito-ohjeet sekä tarkastuselosteen (SFS 1756-1 + A1, 2010, 58).

Tärkeimpiä standardissa esitetyistä vaatimuksista

Tärkeimpiä standardissa esitettyjä määräyksiä ovat käyttöä ja turvallisuutta koskevat vaatimukset. Standardissa on määritelty takalaitanostimen toimintanopeudet. Nosto- ja laskunopeus saa olla enintään 0,15 m/s, sulk- ja avausliikkeen kulmanopeus saa olla enintään 10°/s. Standardissa asetetaan myös rajoitus ylikuorman ottamiselle. Nostimen nostokyky ei saa olla yli 125 % suurimmasta sallitusta kuormasta. Kaikki takalaitanostimen liikkeet tulee olla rajoitettu pääteasennoissa mekaanisten rajoittimien avulla. Valmistajan on myös järjestettävä signaali takalaitanostimen ollessa kuljetusasennossa. Signaali voidaan hyödyntää ajoneuvon ohjaamossa esim. merkkivalona, josta ajoneuvon kuljettaja pystyy varmistamaan takalaitanostimen olevan kuljetusasennossa. (SFS 1756-1 + A1, 2010, 10–50.)

Nostotason ollessa suunniteltu pyörillä varustettujen kuormien nostamiseen tai laskemiseen, tulee pois vierintä varmistaa vähintään 50 mm:ä korkeilla esteillä. Takalaitanostimien joissa käyttäjän oleskelu nostotasolla on sallittu, tulee varmuuskertoimien olla myötölujuuden suhteen vähintään 2,1. Takalaitanostimen käyttöpaikalla on esitettävä selkeä ja havainnollistava kuva nostimen suurimmasta kuormasta. Vähimmäisolettamuksena nostotason on kestävä enimmäiskuorma 600 mm:n etäisyydellä nostotason etureunasta. Nostotasoon on merkittävä kestävällä tavalla, mihin kohtaan nostotasoa suurimman sallitun kuorma painopiste tulee sijoittaa nostettaessa. Takalaitanostimen nostotasossa on oltava heijastava lippu, joka varoittaa sivullisia nostimen ollessa käyttöasennossa. (SFS 1756-1 + A1, 2010, 10–50.)

Takalaitanostimen hydraulisylintereiltä edellytetään rakennetta jolla varmistetaan, ettei takalaitanostimentaso laske letku rikon tapahtuessa. Nostotason tulee olla kelluva sulkeutumissuunnassa takalaitanostimissa, joiden käyttö on sallittujen kuormausiltana. Takalaitanostimessa on oltava yksi tai useampi suojaustoimenpide, jolla estetään puristuminen ja leikkaantuminen. Nostotason puristumista ja leikkaantumista estäviä laitteita on esitelty laajasti.

Valmistaja tulee valita suojaustoimenpide takalaitanostimen tyyppin ja rakenteen perusteella. (SFS 1756-1 + A1, 2010, 10–50.)

Standardissa huomiota herättävää ovat lämpötila-alueet (-15 °C - +40 °C), joilla takalaitanostimen vaaditaan toimivan moitteettomasti (SFS 1756-1 + A1, 2010, 10). Joten mikäli valmistaja noudattaa standardia kirjaimellisesti, ei takalaitanostimen tarvitse toimia Suomessa tavanomaisina talvina.

## 6 ALLEAJOSUOJAA KOSKEVAT MÄÄRÄYKSET

### 6.1 Alleajosuojan määritelmä

Alleajosuoja on kuorma-auton sivulla ja takana oleva suojus, jolla parannetaan muiden tienkäyttäjien turvallisuutta. Sivualleajosuojan pääsääntöisenä tehtävänä on estää jalankulkijan joutuminen ajoneuvon alle. Taka-alleajosuojan tehtävänä on tarjota henkilö- ja pakettiautoille suojaa alle ajoa vastaan törmäystilanteessa. Taka-alleajosuoja kostuu keski- ja päätykappaleista kuorma-autoissa, joissa taka-alleajosuoja on jouduttu katkaisemaan takalaitanostimesta johtuen. Joissain autoissa alleajosuojaa vaaditaan kuorma-auton eteen. Mikäli ajoneuvon kori, alusta tai kiinteästi kuuluvat rakenteet täyttävät etualleajosuojalta vaaditut ominaisuudet, ei erillistä suojaa tarvita. Etuallesuojalle noudatetaan direktiiviä 2000/40/EY ja E-sääntöä 93, sivualleajosuojia koskeville vaatimuksille on olemassa direktiivi 89/297/ETY. Etu- ja sivualleajosuojat eivät kuuluneet opinnäytetyön aihepiiriin. Rekisteröidessä taka-alleajosuoja voidaan hyväksyä joko e/E-hyväksyttynä tai asiakkaan toimittamien lujuuslaskelmien avulla yksittäishyväksyntänä. (Etualleajosuoja 2003; Test World Oy Hyväksytty asiantuntija 2010, 2.)

### 6.2 Direktiivi 70/221/ETY

Direktiivissä 70/221/ETY on säädetty alleajosuojia ja polttonestesäiliöitä koskevista vaatimuksista. Direktiivi on osoitettu kaikille jäsenvaltioille 20.3.1970. Myöhemmin direktiiviä on muuteltu, viimeisin muutos on tehty direktiivissä

2006/20/EY liitteeseen II. Direktiivissä ei ole selkeää mainintaa sen vaikutuspiiriin kuuluvista alleajosuojista. Muutosliitteestä voidaan päätellä direktiivin käsittelevän taka-alleajosuojia. Lisäksi on olemassa direktiivi 89/297/ETY, jossa käsitellään erikseen sivu-alleajosuojia koskevia vaatimuksia. Muutoksessa käsitellään takalaitanostinta koskevia vaatimuksia sekä voiman kohdistuspisteitä. (70/221/ETY; L 18.2.2006/48.) Kokonaisuudessaan direktiivi käsittelee samoja asioita kuin E-sääntö 58, mutta huomattavasti suppeammin. Esimerkiksi voimien kohdistuspisteitä ei kerrota tarkasti. Joten työssä on käytetty E-sääntö 58:a taka-alleajosuojan lujuuslaskelmissa.

### 6.3 E-sääntö 58

E-säännöt perustuvat Genevessä 1958 tehtyyn sopimukseen moottoriajoneuvojen varusteiden ja osien hyväksymisehdoista ja niiden yhdenmukaistamisesta. Myöhemmin sopimuksen sisältöä on muutettu ja päivitetty E-säännöillä, jotta sisältö ja vaatimukset pysyvät ajantasaisena. Yhdistyneiden kansakuntien Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission (UN/ECE) sääntö nro 58 pitää sisällään yhdenmukaiset hyväksymisvaatimukset, jotka koskevat taka-alleajosuojia, suojan asentamista sekä ajoneuvoja niiden taka-alleajosuojauksen osalta. Taka-alleajosuojia koskeva sääntö 58 on otettu käyttöön Suomessa 12.4.1991. Säännön muutossarja 2 astui voimaan 11.7.2008.

N<sub>2</sub>- ja N<sub>3</sub>-luokan ajoneuvot kuuluvat taka-alleajosuojan soveltamisalaan kaikkien edellä mainittujen vaatimusten osalta. N<sub>2</sub>-luokka sisältää kuorma-autot, joiden massa on 3,5 - 12 tonnia, N<sub>3</sub>-luokkaan kuuluvat kuorma-autot, joiden massa ylittää 12 tonnia. Sääntöä ei sovelleta ajoneuvoyhdistelmien vetoyksiköihin. (L 30.8.2008/232; L 19.12.2002/1248).

#### 6.3.1 Vaatimukset suojalle

Tavallisesti poikittaispalkeista ja osista koostuva taka-allesuoja tulee kiinnittää joko sivupalkkeihin tai muuhun ajoneuvon rakenteeseen. Taka-alleajосуoja voidaan tehdä rakenteelta sellaiseksi, että se voi olla eri asennoissa ajoneuvon takana. Asennon muuttamiseen tarvittava voima ei saa olla 400 N:a

suurempi. Taka-alleajosuojassa saa olla katkos, mikäli se on nostolavan toiminnan kannalta välttämätön. Katkos saa olla enintään 25 mm:n mittainen nostolavan liikkuviin osiin nähden. Taka-alleajosuojan nostomekanismin ulkopuolella olevien erillisten osien taaksepäin näkyvän pinta-alan on oltava vähintään 350 cm<sup>2</sup>, mikäli ajoneuvon leveys on yli 2000 mm. (L 30.8.2008/232.)

Säännön asettamina vaatimuksina taka-alleajosuojan profiilin korkeuden on oltava vähintään 100 mm:ä. Alleajosuojan poikittaispalkkien sivuääripäät eivät saa olla taaksepäin taivutettuja tai teräviä. Ehdon katsotaan täyttyvän, kun sivuääripäiden ulkopuolel on pyöristetty 2,5 mm:n säteellä. (Mts. 15.)

### 6.3.2 Vaatimukset asentamiseen

Ajoneuvon ollessa tyhjänä alleajosuojan alareunan etäisyys maasta ei saa ylittää missään kohdassa suojaa 550 mm. Taka-alleajosuojan leveys ei saa ylittää missään kohdissa taka-akselin leveyttä. Leveys mitataan leveimmän taka-akselin pyörien uloimmista pisteistä, mitattaessa ei kuitenkaan huomioida renkaan pullistumaa maan läheisyydessä. Suoja ei saa olla kummastakaan reunasta 100 mm:ä taka-akselia lyhyempi. Ajoneuvon pituus-suunnassa taka-alleajosuojan etäisyys ajoneuvon takapinnasta saa olla enintään 400 mm:ä. Mikäli ajoneuvossa on nostin, otetaan se mittauksessa huomioon. Mitassa ei tarvitse huomioida ajoneuvon osia, jotka sijaitsevat yli kolmen metrin korkeudessa maasta ajoneuvon ollessa tyhjä. (L 30.8.2008/232 Mts. 18–19.)

### 6.3.3 Testaus

Taka-alleajosuojan testaus suoritetaan joko jäykässä testipenkissä tai valmistajan pyynnöstä ja tutkimuslaitoksen suostumuksella testausta ei tarvitse suorittaa käytännössä, mikäli lujuuslaskelmin voidaan osoittaa taka-alleajosuojan täyttävän sille asetetut vaatimukset. Mikäli testaus suoritetaan testipenkissä, on kiinnityksen vastattava ajoneuvoon asennetun taka-alleajosuojan kiinnittämisessä käytettäviä osia. Testaustilanteessa ajoneuvo on vaakasuoralla, tasaisella, jäykällä ja sileällä alustalla. Ajoneuvon tulee olla

muilta osin tavanomaisessa ajokunnossa, ohjaavat pyörät tulee asettaa suoraan. (L 30.8.2008/232.)

Voimat kohdistetaan testikaroja käyttäen. Testikaran korkeus saa olla enintään 250 mm ja leveys 200 mm, pystysuuntaisten reunojen kaarevuus-säde on 5 - 6 mm. Testattaessa karan keskilinja saa olla enintään 600 mm:n etäisyydellä maasta. Voimat kohdistetaan valmistajan määrittämässä järjestyksessä peräjälkeen. Valmistajan tulee myös määritellä tarkat voimien kohdistamispaikat. Valmistajan tulee ilmoittaa voimien kohdistamisesta aiheutuva suurin taipuma. (Mts. 33.)

Taka-alleajosuojan keskikappaleeseen kohdistetaan vaakasuuntainen voima 100 kN tai 50 % ajoneuvon enimmäispainon tuottamasta voimasta. Voimat kohdistetaan kahteen pisteeseen, jotka sijaitsevat ajoneuvon keskilinjan suhteen symmetrisesti, vähintään 700 mm:n ja enintään 1000 mm:n etäisyydellä toisistaan. Taka-alleajosuojan ulommaisille osille kohdistetaan vaakasuuntainen voima 50 kN tai 25 % ajoneuvon enimmäispainon tuottamasta voimasta. Voimat kohdistetaan kahteen pisteeseen, jotka sijaitsevat 300 - 325 mm:n etäisyydellä pitkittäistasosta, joka sijaitsee tangentiaalisesti taka-akselilla olevien pyörien ulkosyrjien suhteen. Lisäksi vastaava voima kohdistetaan kahta pistettä yhdistävän linjan ajoneuvon keskilinjalle. Voimankohdistuspisteen sijaitessa katkosalueella kohdistetaan testivoimat korvaaviin pisteisiin. Voima tulee kohdistaa kyseisessä kohdassa tarkoitettuun alleajosuojan osaan. Korvaava piste katsotaan samalta vaakasuoralla keskilinjalla enimmillään 50 mm:n päästä pystysuorasta särmästä. (Mts. 33–34.)

## 7 LUJUUSLASKELMAT TAKA-ALLEAJOSUOJALLE

Lujuuslaskelmissa on laskettu taka-alleajosuojien kestävyyyksiä. Laskelmat on tehty E-säännössä 58 määrättyjen vaatimusten mukaisiin kohtiin sekä voimien mukaisesti. Lujuuslaskelmat on tehty teräsrakenteiden suunnittelu eurokoodi 1993 mukaisesti. Eurokoodit ovat kantavien rakenteiden suunnittelustandardeja. Eurokoodien tarkoituksena on yhdenmukaistaa suunnittelu periaatteita Euroopan alueella. Myös useat Euroopan ulkopuoliset maat ovat ottaneet eu-

rokoodit käyttöön. Eurokoodistosta on käytetty seuraavia osia: SFS-EN 1993-1-1 Yleiset säännöt ja rakennuksia koskevat säännöt, SFS-EN 1993-1-5 Tasomaiset levyrakenteet ja SFS-EN 1993-1-8 Liitosten suunnittelu. Kyseiset eurokoodit julkaistiin Suomessa ensimmäisten joukossa vuonna 2007 – 2008. Eurokoodit astuivat voimaan 1.4.2010 alkaen, korvaten aiemmin voimassa olleet määräykset. Huhtikuun alun jälkeen teräsrakenteiden tulee olla suunniteltu Eurokoodien mukaisesti, mikäli suunniteltu tuote tai rakenne tulee käyttöön EU:n alueella. (SFS 1756-1 + A1, 2010.) Lujuuslaskelmat on tehty Mathcad-laskentaohjelmalla. Lujuuslaskelmien tuloksista on esitetty tiivistelmällä olevassa taulukossa 2. Taulukossa on kerrottu lasketun kohdan kestävyys, sekä mitoitettu kuormitus. Lujuuslaskelmat on esitetty liitteissä 5 – 10.

#### Lujuuslaskelmissa käytetyt tiedot

Laskelmat on tehty keskikappaleelle 700 mm etäisyydellä toisistaan ja voimaksi on valittu 100 kN, jotta laskelmia voidaan käyttää ajoneuvolle painon tuottamasta voimasta riippumatta. Reunoille kohdistettu 50 kN voima on laskettu ajoneuvon taka-akselin leveyden ollessa 2400 mm:ä. Voimien kohdistamisen järjestyksellä ei ole väliä, sillä taka-alleajosuojissa ei tapahdu muodonmuutoksia. Laskelmissa on tutkittu alleajosuojan heikoimpien kohtien kestävyyttä 50 ja 100 kN kuormituksella. Laskelmissa on tarkasteltu Eurokoodissa esitetyin menetelmin hitsausseamien kestävyys, nurjahdus sekä pulttiliitosten kestävyys. Keskilinjalle kohdistettu 50 kN voima ei aiheuta rakenteille kriittistä voimaa. Suurin taipuma syntyy 100 kN kuormituksesta, taka-alleajosuojan keskikappaleelle.



### TAULUKKO 3. Lujuuslaskelmat

	Mitoitusarvo	Kestävyysarvo
Nurjahdus ja taivutus		
Taka-alleajosuojan keskikappale (liite 5)	$N_{Ed} := 100\text{kN}$	$N_{b,Rd} = 209.948\text{kN}$
Taka-alleajosuojan päätykappaleet (yhdistetty; liite 6)	$M_{Ed} := 1250\text{N}\cdot\text{m}$	$M_{N,Rd} = 1.96 \times 10^3 \cdot \text{N}\cdot\text{m}$
Runkopalkin L-tangon kestävyys (liite 6)	$M_{Ed} := 1250\text{N}\cdot\text{m}$	$M_{pl,Rd} = 1.789\text{kN}\cdot\text{m}$
Ruuviliitokset		
Runkopalkissa Keskikappaleelle (liite 7)	$N_{Ed}=100\text{kN}$	$n \cdot F_{v,Rd} = 121.392\text{kN}$
Päätykappaleille (yhdistetty; liite 8)	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,tod}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd}} = 0.716$	Tuloksen olleessa alle yhden, liitos kestää sitä rasittavat voimat.
Taka-alleajosuojassa Keskikappaleelle (liite 7)	$F_{Ed}=44,60\text{kN}$	$F_{v,Rd}=80,9\text{ kN}$
Päätykappaleille (yhdistetty; liite 8)	$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,tod}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4F_{t,Rd,tod}} = 0.827$	Tuloksen olleessa alle yhden, liitos kestää sitä rasittavat voimat.
Hitsausliitokset		
Runkopalkissa Keskikappaleille (liite 9)	$F_{w,Ed} = 168.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	$F_{w,Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Päätykappaleille (liite 10)	$F_{w,Ed} = 208.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	$F_{w,Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Taka-alleajosuojassa Keskikappaleille (liite 9)	$F_{w,Ed} = 416.667 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$	$F_{w,Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$
Päätykappaleiden ehdot toteutuvat: (liite10)	$166.361 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 408 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$	$332.721 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 453.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$
Taipuma on suurimmillaan taka-alleajosuojan keskikappaleessa: 0,66 mm. (liite 5)		

## 8 TALOUS

### 8.1.1 Ulkopuolinen rahoitus

Tiedustelin ulkopuolisen rahoituksen saamista tyyppihyväksynnälle. Rahoituksen saamisessa eniten vaikuttaa tuotteen kehittyminen, parantuminen ja uudet ominaisuudet. Kysyin rahoitusta Tekesiltä ja ELY-keskuksesta. Tekesin rahoitus on tarkoitettu tutkimuksiin ja kehitysprojekteille, joidenka tarkoituksena on suunnitella jotain täysin uutta kokonaisuutta tai tuotetta. Tiedusteltuani rahoitusta ELY-keskuksesta tärkeimmiksi rahoitukseen saamiseen vaikuttaviksi seikoiksi muodostuivat, että kehitetäänkö tuotetta vai yritystä.

Rahoituksen tärkeimpänä myöntämisperusteena on rahoitettavan hankkeen vaikutus pitkällä aikavälillä yrityksen kilpailukykyyn. Vielä tiedustelu vaiheessa ELY-keskuksesta ei osattu vielä sanoa rahoituksen saamisen tarkempaa mahdollisuutta. Suoranaisesti ei rahoituksen saamisen mahdollisuutta kielletty, mutta myöskään mitään takeita ei annettu sille, että rahoitusta saa hankkeelle varmuudella. Yhtenä vaihtoehtona on, että yritys saa rahoitusta vain osalle haetusta kohteesta. Esimerkiksi tyyppihyväksyntäjärjestelmässä mahdollisesti rahoitus saa vain siihen sisältyvän laatujärjestelmän rakentamiselle. Hakeakseen rahoitusta Liftron tulisi lähettää hakemus ELY-keskukseen, jonka pohjalta he tekevät lopullisen päätöksen yrityksen mahdollisuudesta rahoitukseen. Hakemuksissa kysellään rahoitettavasta kohteesta, sekä taustatietoja yrityksestä mm. tilinpäätöstietoja, hankkeen kustannuksista ja vaikutuksesta toimintaan sekä yrityksen luottotietoja. (Piesala, R. 2010.)

### 8.1.2 Laatujärjestelmä

Laatujärjestelmän hinta riippuu yrityksen koosta, valmiuksista sekä mahdollisesti tarvittavasta ulkopuolisesta konsultointi avusta. Pk-yrityksessä voidaan pääsääntöisesti järjestelmän perustamisen hintana pitää projektipäällikön vuotuista palkkaa. Yrityksen henkilöstöä on mukana järjestelmän rakentamisessa. Lisäksi yrityksen koko henkilöstöä koulutetaan järjestelmän käyttöä varten, tavanomaisesti kaksi päivää. (Peuranen, H. 2010.) Näin ollen alustavana kustannusarviona laatujärjestelmälle voidaan pitää 40 000 €

Laatujärjestelmän rakentaminen omien tarpeiden mukaisesti standardiin perustuen osoittautui kannattavammaksi. Itse rakennetun järjestelmän hinta on huomattavasti edullisempi kuin sertifioitu järjestelmä. Sillä vuotuisen sertifioinnin hinnaksi tulee 10 000 €. En näe sertifioinnilla saavutettavan tuotteelle merkittävästi nostattavaa lisäarvoa, jolla sertifiointi pystyttäisiin kattamaan. Laatujärjestelmän hankkimista mietittäessä tulee muistaa tuotannossa tapahtuvat säästöt laatuvirheiden vähentymisestä johtuen. Tulisi löytää kultainen keskitie, sillä liian hyvään laatuun pyrittäessä kustannukset nousevat tarpeetoman suuriksi.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön alkuvaiheessa tavoitteena oli löytää konedirektiivissä takalaitanostimelle esitetyt vaatimukset. Vaatimuksia löytyi opinnäytetyötä tehdessä lisää myös muista lähteistä, kaikki löytyneet vaatimukset otettiin mukaan työhön. Alkuperäisenä tavoitteena oli rakentaa kokonaisuus, joka lähetetään takalaitanostimen mukaan. Työtä tehdessä direktiiveistä, määräyksistä ja laista ei mielestäni kuitenkaan löytynyt takalaitanostimen asiakkaalle tarpeellista tietoa, lukuun ottamatta lujuuslaskelmia, joita asiakas tarvitsee rekisteröinnin yhteydessä. Opinnäytetyön tekemisessä aika kului pääsääntöisesti vaatimusten etsimisessä, kokonaisuuden määrittämisessä ja lujuuslaskelmien tekemisessä. Takalaitanostimen yksittäishyväksynnässä tarvittavat lujuuslaskelmat sain valmiiksi. Mielestäni sain tuloksia hyvin aikaiseksi, alussa asetettuihin tavoitteisiin verrattuna.

Eräänä vaihtoehtona mieleeni tuli ostettu taka-alleajosuoja, jolla on valmiiksi olemassa oleva tyyppihyväksyntä. Näin ollen ajoneuvoa rekisteröitäessä ajoneuvolta ei menisi erillistä yksittäishyväksyntämaksua. Ostetussa taka-alleajosuojassa tulisi olla yhtä hyvät säätömahdollisuudet, kuin tämän hetkessä taka-alleajosuojassa. Liftro säästyisi näin ollen tyyppihyväksyntäjärjestelmän rakentamiselta, mutta tuotetta voitaisiin markkinoida asiakkaalle halvemmin ja helpommin rekisteröitävänä. Ulkoa ostetun taka-alleajosuojan kannattavuutta tulisi miettiä ja laskea erikseen hintaeroa

ostetun ja itse valmistetun välillä. Myös ostetun taka-alleajosuojan saatavuus tulee selvittää.

Tyyppihyväksynnällä saavutettaisiin helposti rekisteröitävä takalaitanostin ja taka-alleajosuoja. Vastuu siitä että kaikki vaatimukset on huomioitu, ei olisi yrityksellä yhtä suuri, ulkopuolisen tahon tarkastettua vaatimusten noudattaminen. Tyyppihyväksyttyä tuotetta on myös helpompi viedä ulkomaille etenkin Euroopan unionin alueelle, sillä sama tyyppihyväksyntä on voimassa myös siellä. Toisaalta myös Euroopan unionin alueella saattaa olla erillisiä maakoh-  
taisia vaatimuksia, joita toisessa maassa hyväksytty tyyppihyväksyntäjärjestelmä ei ota huomioon.

Opinnäytetyötä tehdessä yllätti direktiiveissä ja Suomen laissa takalaitanosti-  
melle esitettyjen vaatimusten määrä. Vaatimusten määrään saattaa osakseen vaikuttaa se, että tuote on tieliikennekäytössä. Valmistajan näkökulmasta pa-  
pereiden dokumentointiin ja käsittelyyn menee tarpeettoman paljon aikaa. Etenkin pienemmät yritykset, joilla ei ole resursseja, aikaa ja varaa tuottamat-  
oman työn tekemiseen samalla tavalla kuin suuremmissa yrityksissä. Takalaitanostimen käyttäjän kannalta on hyvä, että kaikille valmistajille ane-  
taan tarkat vaatimukset tuotetta koskevista määräyksistä. Käyttäjä voi pitää  
tuotetta näin ollen turvallisena, mikäli siitä löytyvät merkinnät vaatimusten  
noudattamisesta. Mieleen tuli myös ajatus, että noudattavatko kaikki valmista-  
jat Euroopan unionin alueella direktiivissä esitettyjä vaatimuksia yhtä  
kirjaimellisesti.

Lujuuslaskelmia tarvitaan joka tapauksessa. Samoja laskelmia voidaan käyt-  
tää hyväksi, mikäli tyyppihyväksyntäjärjestelmän rakentaminen tulee jossain  
vaiheessa ajankohtaiseksi. Laskelmiin on helppo vaihtaa eri arvot kuormituk-  
sille, mikäli lasketut arvot eivät riitä joissain erikoistapauksissa.

Työn tekemisen aikana pystyin käyttämään koulussa opittuja asioita lähinnä  
vain lujuuslaskelmien tekemiseen. Lisäksi lujuuslaskelmien tekemiseen opet-  
telin käyttämään huhtikuun alussa voimaan astuneen teräsrakenteiden  
standardin mukaista Eurokoodia. Direktiivien ja lain lukeminen oli ajoittain hy-  
vin hankalaa ja hidasta. Lähes kaikki direktiiveissä käsitellyt asiat olivat uusia,

joita en aikaisemmin ollut käsitellyn. Lukemista hidastivat muutokset ja kumoukset, joita direktiiveihin ja lakeihin oli tehty. Kokonaisuuden hahmottamisessa auttoivat ns. kalanruoto-kaaviot, joita tein vaatimusten keskinäisistä suhteista, tai kun jokin pienempi kokonaisuus alkoi hahmottua.

Takalaitanostimien valmistamista kannattaa mielestäni jatkaa nykyisellä tavalla. Liftron kannattaa mielestäni valita konedirektiivin vaihtoehtoista sisäisen tarkastuksen menetelmä. Mielestäni se on helpoimmin toteutettavissa annetuista vaihtoehtoista. Koneen teknisen tiedoston keräämistä edellytetään jokaiselta annetulta vaihtoehdolta. Jatkossa tyyppihyväksyntää tulee miettiä kysynnän mukaan sekä asiakasmieltymysten mukaisesti. Sillä osa tyyppihyväksynnästä aiheutuvista kustannuksista tarvitsisi siirtää suoraan tuotteen loppuhintaan. Näin ollen jo tällä hetkellä kilpailijoita hieman kalliimpaa hintaa nostettaessa saattaisivat asiakkaat valita helpommin halvemman vaihtoehdon. Joten tuotteen tyyppihyväksynnästä johtuva hinnannosto tulisi markkinoida siitä saavutettavalla hyödyllä rekisteröintivaiheessa. Tällä hetkellä asiakkaiden mielestä hintaero ei välttämättä tunnu yhtä isolta, sillä yksittäishyväksynnästä aiheutuva kustannus veloitetaan vasta rekisteröinnin yhteydessä.

## LÄHTEET

70/221/ETY. Neuvoston direktiivi 70/221/ETY. Viitattu 15.4.2010. EUR-Lex Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi. <http://eur-lex.europa.eu/fi/>, yksinkertainen haku, celex-numero, 31970L0221.

A 19.12.2002/1244. Valtionneuvoston asetus ajoneuvojen hyväksynnästä. Viitattu 30.4.2010. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

Etualleajosuoja. 2003. AKE:n ohjeistus 521/208/2003. Annettu 21.3. Viitattu 21.4.2010 <http://www.ake.fi/pdf/Etualleajosuoja.pdf>.

Historia. n.d. Artikkelit Liftron sivustolla. Viitattu 14.3.2010. <http://www.liftro.fi/>, Historia.

Hyväksyntäasiakkaan prosessien valvonta HAP (COP). n.d. Ohjeistus tieliikennelaitos Trafirivustolla. Viitattu 16.4.2010. <http://www.ake.fi>, katsastus ja ajoneuvotekniikka, tyyppihvaksyntä, HAP.

Konedirektiivin soveltaminen ja kansallinen lainsäädäntö. 1997. MET. 4.p. Helsinki: Metalliteollisuuden Kustannus Oy.

Kuvia. n.d. Kuvia Liftron sivustolla. Viitattu 26.4.2010. <http://www.liftro.fi/>, Kuvia.

L 8.9.2009/694. Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista annetun liikenne- ja viestintäministeriön asetuksen liitteiden muuttamisesta. Viitattu 23.4.2010. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 9.6.2006/157. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/42/EY. Viitattu 30.4.2010. EUR-Lex Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi. <http://eur-lex.europa.eu/fi/>, virallinen lehti, 2006, kesäkuu, L 157, 24.

L 11.12.2002/1090. Ajoneuvolaki. Viitattu 23.4.2010. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 18.2.2006/48. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2006/20/EY. Viitattu 14.4.2010. EUR-Lex Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi. <http://eur-lex.europa.eu/fi/>, virallinen lehti, 2006, helmikuu, L 48, 16.

L 19.12.2002/1248. Liikenne- ja viestintäministeriön asetus autojen ja perävaunujen rakenteesta ja varusteista. Viitattu 26.4.2010. Valtion säädöstietopankki Finlex. <http://www.finlex.fi>, ajantasainen lainsäädäntö.

L 30.8.2008/232. Kansainvälisillä sopimuksilla perustettujen elinten antamat säädökset. Viitattu 21.4.2010. EUR-Lex Euroopan unionin oikeus ulottuvillasi. <http://eur-lex.europa.eu/fi/>, virallinen lehti, 2008, elokuu, L 232, 13.

Niiranen, P. 2010. Testworldin hyväksyntä asiantuntija, Test World Oy. Haastattelu. 29.4.2010.

Peuranen, H. 2010. Laatujärjestelmän hinta. Sähköpostiviesti. 20.4.2010. Vastanottaja J. Tulokas. Opettajan vastaus laatujärjestelmän hintaa koskeneeseen kysymykseen.

Piesala, R. 2010. ELY-keskuksen rahoitusasiantuntija, Keski-Suomen ELY-keskus. Haastattelu. 21.4.2010. ja 10.5.2010.

Rekisteröintikatsastus / Yksittäishyväksyntä. n.d. Ohjeistus Trafín sivustolla. Viitattu 3.5.2010. [Http://www.ake.fi](http://www.ake.fi), katsastus ja ajoneuvotekniikka, katsastus ja yksittäishyväksyntä, Rekisteröintikatsastus tai yksittäishyväksyntä.

SFS 1756-1 + A1. 2008. Takalaitanostimet. Ajoneuvoihin asennettavat nostotasot. Turvallisuusvaatimukset. Osa 1: Tavaroiden nostoon käytettävät takalaitanostimet. 2. p. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 15.2.2010. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, SFS Online.

SFS 1756-2. 2005. Takalaitanostimet. Ajoneuvoihin asennettavat nostotasot. Turvallisuusvaatimukset. Osa 2: Henkilöiden nostoon käytettävät takalaitanostimet. Helsinki. Suomen Standardisoimisliitto SFS. Viitattu 15.2.2010. [Http://www.jamk.fi/kirjasto](http://www.jamk.fi/kirjasto), Nelli-portaali, SFS Online.

Test World Oy Hyväksytty asiantuntija. 2010. Test World Oy:n tiedote 6.1. Vantaa.

Valtanen, E. 2007. Tekniikan taulukkokirja. 15.p. Jyväskylä: Genesis-kirjat Oy.

## LIITTEET

### **Liite 1. EY- vaatimustenmukaisuusvakuutus (L 9.6.2006/157.)**

#### **A. KONEIDEN EY-VAATIMUSTENMUKAISUUSVAKUUTUS**

Tämä vakuutus ja sen käännökset on laadittava samoin edellytyksin kuin ohjeet (ks. liite I, 1.7.4.1 kohdan a ja b alakohta) ja kirjoitettava koneella tai muussa tapauksessa käsin suuraakkosia käyttäen.

Tämä vakuutus koskee yksinomaan konetta sellaisena kuin se saatettiin markkinoille, eikä se kata loppukäyttäjän siihen jälkeenpäin lisäämiä osia ja/tai tämän koneella suorittamia operaatioita.

EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksen on sisällettävä seuraavat tiedot:

- 1) valmistajan toiminimi ja täydellinen osoite sekä tarvittaessa tämän valtuutettu edustaja;
- 2) sen henkilön nimi ja osoite, joka on valtuutettu kokoamaan teknisen eritelmän. Henkilön on oltava sijoittautunut yhteisöön;
- 3) koneen kuvaus ja tunniste, myös yleisnimike, toiminta, malli, tyyppi, sarjanumero ja kaupallinen nimi;
- 4) nimenomainen vakuutus siitä, että kone täyttää tämän direktiivin asiaankuuluvat säännökset, ja tarvittaessa vastaavanlainen vakuutus muiden direktiivien ja/tai sellaisen asiaankuuluvien säännösten mukaisuudesta, joiden mukainen kone on. Näiden viitteiden tai viitetietojen on oltava samat kuin Euroopan unionin virallisessa lehdessä näihin teksteihin julkaistut;
- 5) tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on suorittanut liitteessä IX tarkoitetun EY-tyyppitarkastuksen, sekä EY-tyyppitarkastustodistuksen numero;
- 6) tarvittaessa sen ilmoitetun laitoksen nimi, osoite ja tunnistenumero, joka on hyväksynyt liitteessä X tarkoitetun täydellisen laadunvarmistusmenettelyn;
- 7) tarvittaessa viittaus 7 artiklan 2 kohdassa mainittuihin yhdenmukaistettuihin standardeihin, joita on käytetty;
- 8) tarvittaessa viittaus muihin käytettyihin teknisiin standardeihin ja erittelyihin;
- 9) vakuutuksen aika ja paikka;
- 10) sen henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu laatimaan tämä vakuutus valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan puolesta.



## B. PUOLIVALMISTEIDEN LIITTÄMISVAKUUTUS

Tämä vakuutus ja sen käännökset on laadittava samoin edellytyksin kuin ohjeet (ks. liite 1, 1.7.4.1 kohdan a ja b alakohta) ja kirjoitettava koneella tai muussa tapauksessa käsin suuraakkosia käyttäen.

Liittämisvakuutuksen on sisällettävä seuraavat tiedot:

- 1) puolivalmisteen valmistajan toiminimi ja täydellinen osoite sekä tarvittaessa tämän valtuutettu edustaja;
- 2) sen henkilön nimi ja osoite, joka on valtuutettu kokoamaan asiaankuuluvat tekniset asiakirjat; tämän henkilön on oltava sijoittautunut yhteisöön;
- 3) puolivalmisteen kuvaus ja tunniste, myös yleisnimike, toiminta, malli, tyyppi, sarjanumero ja kaupallinen nimi;
- 4) vakuutus niistä tämän direktiivin keskeisistä vaatimuksista, joita sovelletaan ja jotka täyttyvät, ja siitä, että asiaankuuluvat tekniset asiakirjat on laadittu liitteessä VII olevan B osan mukaisesti, sekä tarvittaessa vakuutus siitä, että puolivalmiste on muiden asiaa koskevien direktiivien mukainen. Näiden viitteiden tai viitetietojen on oltava samat kuin Euroopan unionin virallisessa lehdessä näihin teksteihin julkaistut;
- 5) sitoumus toimittaa tätä puolivalmistetta koskevia asiaankuuluvia tietoja kansallisten viranomaisten perustellusti niitä pyytäessä. Sitoumukseen on sisällyttävä siirtoa koskevat yksityiskohtaiset säännöt eikä se saa rajoittaa puolivalmisteen valmistajan teollis- ja tekijänoikeuksia;
- 6) tarvittaessa lausunto siitä, että puolivalmistetta ei saa ottaa käyttöön ennen kuin lopullisen koneen, johon se on määrä liittää, on ilmoitettu olevan tämän direktiivin säännösten mukainen;
- 7) vakuutuksen aika ja paikka;
- 8) sen henkilön nimi ja allekirjoitus, joka on valtuutettu tekemään tämä vakuutus valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan puolesta.

## 2. SÄILYTYS

Koneen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on säilytettävä alkuperäinen EY-vaatimustenmukaisuusvakuutus vähintään kymmenen vuoden ajan koneen viimeisestä valmistuspäivästä.

Puolivalmisteen valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on säilytettävä alkuperäinen liittämisvakuutus vähintään kymmenen vuoden ajan puolivalmisteen viimeisestä valmistuspäivästä.

## Liite 2. Koneiden tekninen tiedosto (L 9.6.2006/157.)

### A. KONEIDEN TEKNINEN TIEDOSTO

Tässä osassa kuvataan teknisen tiedoston laatimisessa käytettävä menettelytapa. Teknisen tiedoston on osoitettava, että kone on tämän direktiivin vaatimusten mukainen. Sen on, siinä määrin kuin on tarpeen tämän arvioinnin suorittamiseksi, käsitettävä koneen rakenne, valmistus ja toiminta. Tekninen tiedosto on laadittava yhdellä tai useammalla yhteisön virallisella kielellä, lukuun ottamatta koneen käyttöohjetta, jonka osalta sovelletaan liitteessä I olevassa 1.7.4.1 kohdassa esitettyjä erityissäännöksiä.

#### 1. Teknisessä tiedostossa on seuraavat osat:

##### a) rakennetiedosto, jossa ovat

- koneen yleiskuvaus,
  - koneen yleispiirustus ja siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset sekä asianmukaiset kuvaukset ja selitykset koneen toiminnan ymmärtämiseksi,
  - täydelliset ja yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen, todistuksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkastettaessa, onko kone olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukainen,
  - riskin arviointia koskevat asiakirjat, joista ilmenee noudatettu menettely, mukaan lukien
- i) luettelo olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, jotka koskevat konetta,
- ii) niiden suojaustoimenpiteiden kuvaus, jotka on toteutettu tunnistettujen vaarojen poistamiseksi tai riskien pienentämiseksi ja tarvittaessa maininta koneeseen liittyvistä jäännösriskeistä,
- käytetyt standardit ja muut tekniset eritelmät siten, että käy ilmi, mitkä olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset kyseiset standardit kattavat,
  - tekniset selosteet, joista ilmenevät niiden testien tulokset, jotka on suorittanut joko valmistaja tai valmistajan taikka tämän valtuutetun edustajan valitsema laitos,
  - jäljennös koneen ohjeista,
  - puolivalmisteen osalta tarpeen mukaan liittämismakuutus ja puolivalmisteen asianmukaiset kokoonpano-ohjeet,
  - tarpeen mukaan jäljennökset koneen tai muiden siihen liitettyjen tuotteiden EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksista,
  - jäljennös EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksesta;

b) sarjatuotteiden osalta ne sisäiset toimenpiteet, jotka pannaan täytäntöön sen varmistamiseksi, että kone pysyy tämän direktiivin säännösten mukaisena.

Valmistajan on suoritettava komponenteille, tarvikkeille tai valmiille koneille tarpeelliset tutkimukset ja testit määrittääkseen, soveltuuko kone suunnittelunsa tai rakenteensa puolesta turvallisesti asennettavaksi ja käyttöön otettavaksi. Asiaankuuluvat selosteet ja tulokset on sisällytettävä tekniseen tiedostoon.

2. Edellä 1 kohdassa tarkoitetun teknisen tiedoston on oltava jäsenvaltioiden toimivaltaisten viranomaisten käytettävissä vähintään kymmenen vuoden ajan koneen tai sarjatuotannossa viimeisen tuotetun erän valmistusajankohdasta.

Teknistä tiedostoa ei tarvitse säilyttää yhteisön alueella, eikä sen tarvitse olla jatkuvasti käytettävissä aineistomuodossa. EY-vaatimustenmukaisuusvakuutuksessa nimetyn henkilön on kuitenkin voitava koota tekninen tiedosto ja antaa se käyttöön määräajassa, joka on suhteessa sen monimutkaisuuteen.

Teknisen tiedoston ei tarvitse sisältää sellaisten osakokoonpanojen yksityiskohtaisia suunnitelmia tai muita erityistietoja, joita koneen valmistukseen on käytetty, elleivät ne ole erityisesti tarpeen olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisuuden toteamiseksi.

3. Jos teknistä tiedostoa ei kyetä esittämään toimivaltaisten kansallisten viranomaisten pyydettävä sitä asianmukaisin perustein, tätä voidaan pitää riittävänä perusteena epäillä kyseisen koneen vaatimustenmukaisuutta olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia koskevilta osin.

## B. PUOLIVALMISTETTA KOSKEVAT ASIAANKUULUVAT TEKNISET ASIAKIRJAT

Tässä osassa kuvataan asiaankuuluvien teknisten asiakirjojen kokoamisessa käytettävä menettelytapa. Asiakirjoilla on osoitettava, mitä tämän direktiivin vaatimuksia sovelletaan ja mitkä niistä täyttyvät. Niiden on käsitettävä puolivalmisteen rakenne, valmistus ja toiminta siinä määrin kuin on tarpeen sen arvioimiseksi, onko se sovellettavien olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukainen. Asiakirjat on laadittava yhdellä tai useammalla yhteisön virallisella kielellä.

Asiakirjoihin kuuluvat seuraavat:

a) rakennetiedosto, jossa on

- puolivalmisteen yleispiirustus ja siihen liittyvät ohjauspiirien piirustukset,

- täydelliset ja yksityiskohtaiset piirustukset laskelmineen, testaustuloksineen, todistuksineen ja muine tietoineen, joita tarvitaan tarkastettaessa, onko puolivalmiste olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukainen,

- asiakirjat riskin arvioinnista, joista ilmenee noudatettu menettely, mukaan lukien

- i) luettelo sovellettavista olennaisista terveys- ja turvallisuusvaatimuksista, jotka täyttyvät,

- ii) kuvaus yksilöityjen vaarojen poistamiseksi tai riskin vähentämiseksi toteutetuista suojaustoimenpiteistä ja tarvittaessa maininta jäännösriskeistä,

iii) käytetyt standardit ja muut tekniset eritelvät, siten, että käy ilmi, mitkä olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset kyseiset standardit kattavat,

iv) tekniset selosteet, joista käy ilmi valmistajan taikka valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan valitseman laitoksen suorittamien kokeiden tulokset,

v) jäljennös puolivalmisteen kokoonpano-ohjeista;

b) sarjatuotteiden osalta ne sisäiset toimenpiteet, jotka pannaan täytäntöön sen varmistamiseksi, että puolivalmiste pysyy sovellettavien olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten mukaisena.

Valmistajan on suoritettava komponenteille, tarvikkeille tai puolivalmisteille tarpeelliset tutkimukset ja testit määrittääkseen, soveltuuko kone suunnittelunsa tai rakenteensa puolesta turvallisesti asennettavaksi ja käytettäväksi. Asiaankuuluvat selosteet ja tulokset on sisällytettävä teknisiin asiakirjoihin.

Asiaankuuluvien teknisten asiakirjojen on oltava jäsenvaltioiden toimivaltaisten viranomaisten käytettävissä vähintään kymmenen vuoden ajan puolivalmisteen tai, sarjatuotannon osalta, viimeisen tuotetun erän valmistusajankohdasta, ja ne on pyynnöstä esitettävä kyseisille viranomaisille. Niitä ei tarvitse säilyttää yhteisön alueella, eikä niiden tarvitse olla jatkuvasti käytettävissä aineistomuodossa. Liittämismuutuksessa nimetyn henkilön on voitava koota asiakirjat ja esittää ne asiaankuuluvalla viranomaiselle.

Jos asiaankuuluvia teknisiä asiakirjoja ei kyetä esittämään toimivaltaisten kansallisten viranomaisten pyydettyä niitä asianmukaisin perustein, tätä voidaan pitää riittävänä perusteena epäillä kyseisen puolivalmisteen vaatimustenmukaisuutta sovellettuja ja todistuksin osoitettuja olennaisia terveys- ja turvallisuusvaatimuksia koskevilta osin.

### **Liite 3. EY-tyyppihyväksyntä järjestelmä (L 9.6.2006/157.)**

#### **EY-tyyppitarkastus**

EY-tyyppitarkastus on menettely, jolla ilmoitettu laitos varmistaa ja vakuuttaa, että liitteessä IV tarkoitetun koneen edustava malli (jäljempänä "tyyppi") täyttää tämän direktiivin vaatimukset.

1. Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on laadittava liitteessä VII olevassa A osassa tarkoitettu tekninen tiedosto kustakin tyypistä.
2. Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on toimitettava kunkin tyypin EY-tyyppitarkastusta koskeva hakemus valitsemaalleen ilmoitetulle laitokselle.

Hakemuksessa on oltava

- valmistajan ja tarpeen mukaan tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite,
- kirjallinen vakuutus siitä, ettei samaa hakemusta ole toimitettu toiselle ilmoitetulle laitokselle,
- tekninen tiedosto.

Lisäksi hakijan on toimitettava ilmoitetun laitoksen käyttöön näyte tyypistä. Ilmoitettu laitos voi pyytää lisää näytteitä, jos testausohjelma edellyttää sitä.

#### **3. Ilmoitetun laitoksen on**

3.1 tutkittava tekninen tiedosto, tarkastettava, että tyyppi on valmistettu sen mukaisesti sekä eriteltävä ne osat, jotka on suunniteltu 7 artiklan 2 kohdassa tarkoitettujen standardien asiaankuuluvien määräysten mukaisesti, samoin kuin osat, joiden suunnittelu ei perustu kyseisten standardien asiaankuuluviin määräyksiin;

3.2 suoritettava tai suorituttava asianmukaiset tarkastukset, mittaukset ja testit sen tarkastamiseksi, täyttävätkö tehdyt ratkaisut tämän direktiivin olennaiset terveys- ja turvallisuusvaatimukset silloin, kun 7 artiklan 2 kohdassa tarkoitettuja standardeja ei ole sovellettu;

3.3 kun on käytetty 7 artiklan 2 kohdassa tarkoitettuja yhdenmukaistettuja standardeja, suoritettava tai suorituttava asianmukaiset tarkastukset, mittaukset ja testit sen tarkastamiseksi, että standardeja on sovellettu tosiasiallisesti;

3.4 sovittava hakijan kanssa paikasta, jossa tarkastus sen varmistamiseksi, että tyyppi on valmistettu tarkastetun teknisen tiedoston mukaisesti, sekä tarvittavat tarkastukset, mittaukset ja testit suoritetaan.

4. Jos tyyppi on tämän direktiivin säännösten mukainen, ilmoitettu laitos antaa hakijalle EY-tyyppitarkastustodistuksen. Todistukseen on sisällyttävä valmistajan ja tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite, hyväksytyn tyypin tarpeelliset tunnistetiedot, tarkastuksessa tehdyt päätelmät ja todistuksen antamista koskevat edellytykset.

Valmistajan ja ilmoitetun laitoksen on säilytettävä kyseisen todistuksen jäljennös, tekninen tiedosto ja kaikki asiaankuuluvat asiakirjat 15 vuoden ajan todistuksen antamisesta.

5. Jos tyyppi ei ole tämän direktiivin säännösten mukainen, ilmoitetun laitoksen on kieltäydyttävä antamasta hakijalle EY-tyyppitarkastustodistusta ja esitettävä kieltäytymiselleen yksityiskohtaiset perustelut. Sen on ilmoitettava asiasta hakijalle, muille ilmoitetuille laitoksille ja jäsenvaltiolle, joka on ilmoittanut kyseisen laitoksen. Hakijalla on oltava muutoksenhakumahdollisuus.

6. Hakijan on ilmoitettava ilmoitetulle laitokselle, joka pitää hallussaan EY-tyyppitarkastustodistukseen liittyvää teknistä tiedostoa, kaikista hyväksyttyyn tyyppiin tehdyistä muutoksista. Ilmoitetun laitoksen on tarkasteltava näitä muutoksia ja tällöin joko vahvistettava, että annettu EY-tyyppitarkastustodistus on edelleen voimassa, tai annettava uusi EY-tyyppitarkastustodistus, jos muutokset voivat vaikuttaa siihen, onko tyyppi olennaisten terveys- ja turvallisuusvaatimusten tai tarkoitettujen käyttöedellytysten mukainen.

7. Komissio, jäsenvaltiot ja muut ilmoitetut laitokset voivat pyynnöstä saada jäljennöksen EY-tyyppitarkastustodistuksesta. Komissio ja jäsenvaltiot voivat perustellusta pyynnöstä saada jäljennöksen teknisestä tiedostosta ja ilmoitetun laitoksen tekemien testien tuloksista.

8. EY-tyyppitarkastusmenettelyihin liittyvät asiakirjat ja kirjeenvaihto laaditaan jollakin siinä jäsenvaltiossa käytettävällä yhteisön virallisella kielellä, johon ilmoitettu laitos on sijoittautunut, tai muulla ilmoitetun laitoksen hyväksymällä yhteisön virallisella kielellä.

## 9. EY-tyyppitarkastustodistuksen voimassaolo

9.1 Ilmoitetulla laitoksella on jatkuva vastuu varmistaa, että EY-tyyppitarkastustodistus pysyy voimassa. Sen on ilmoitettava valmistajalle merkittävästä muutoksista, joilla on vaikutusta todistuksen voimassaoloon. Ilmoitetun laitoksen on peruutettava todistukset, jotka eivät enää ole voimassa.

9.2 Kyseisen koneen valmistajalla on jatkuva vastuu varmistaa, että kyseinen kone on tekniikan nykytason mukainen.

9.3 Valmistajan on pyydettävä ilmoitetulta laitokselta EY-tyyppitarkastustodistuksen voimassaolon tarkistamista viiden vuoden välein.

Jos ilmoitettu laitos katsoo, että todistus voidaan pitää voimassa tekniikan tason huomioon ottaen, se uusii todistuksen voimassaolon edelleen viideksi vuodeksi.

Valmistajan ja ilmoitetun laitoksen on säilytettävä jäljennös tästä todistuksesta, teknisestä tiedostosta ja kaikista asiaankuuluvista asiakirjoista 15 vuoden ajan todistuksen antamisesta.

9.4 Jos EY-tyyppitarkastustodistuksen voimassaoloa ei uusita, valmistajan on lopetettava kyseisen koneen markkinoille saattaminen.

## Liite 4. Laatu järjestelmä (L 9.6.2006/157.)

### Täydellinen laadunvarmistus

Tässä liitteessä kuvataan liitteessä IV tarkoitetun koneen vaatimustenmukaisuuden arviointi täydellistä laadunvarmistusjärjestelmää käyttäen, sekä menettely, jolla ilmoitettu laitos arvioi ja hyväksyy laatu järjestelmän ja valvoo sen soveltamista.

1. Valmistajan on sovellettava suunnittelussa, valmistuksessa, lopputarkastuksessa sekä testauksessa 2 kohdassa määriteltyä hyväksyttyä laatu järjestelmää, ja valmistajaa valvotaan 3 kohdan mukaisesti.

### 2. Laatu järjestelmä

2.1 Valmistaja tai tämän valtuutettu edustaja esittää laatu järjestelmänsä arvioimista koskevan hakemuksen valitsemalleen ilmoitetulle laitokselle.

Hakemukseen on sisällyttävä

- valmistajan ja tarpeen mukaan tämän valtuutetun edustajan nimi ja osoite,
- koneiden suunnittelu-, valmistus-, tarkastus-, testaus- ja varastointipaikat,
- liitteessä VII olevassa A osassa esitetty tekninen tiedosto kunkin sellaisen liitteessä IV mainitun koneluokan yhdestä mallista, jota hän aikoo valmistaa,
- laatu järjestelmää koskevat asiakirjat,
- kirjallinen vakuutus siitä, ettei samaa hakemusta ole toimitettu toiselle ilmoitetulle laitokselle.

2.2 Laatu järjestelmän on varmistettava, että koneet ovat tämän direktiivin säännösten mukaisia. Kaikki valmistajan hyväksymät osatekijät, vaatimukset ja säännökset on dokumentoitava järjestelmällisesti ja täsmällisesti toimenpiteiden, menettelyjen ja kirjallisten ohjeiden muodossa. Näiden laatu järjestelmää koskevien asiakirjojen avulla on voitava tulkita yhdenmukaisesti erilaisia menettelytapoja ja laatu toimenpiteitä, kuten laatu ohjelmia, -suunnitelmia, -käsikirjoja ja -merkintöjä.

Niissä on erityisesti oltava riittävä kuvaus

- laatu tavoitteista, organisaation rakenteesta sekä johdon vastuualueista ja toimivallasta koneiden suunnittelun ja laadun osalta,
- teknisistä rakenne-eritelmistä, mukaan lukien sovellettavista standardeista, ja jos 7 artiklan 2 kohdassa tarkoitettuja standardeja ei noudateta kaikilta osin, käytettävistä keinoista, joilla varmistetaan tämän direktiivin olennaisten turvallisuus- ja terveysvaatimusten noudattaminen,
- rakennevalvonnan ja -tarkastuksen tekniikoista, prosesseista ja järjestelmällisistä toimista, joita käytetään tämän direktiivin soveltamisalaan kuuluvien koneiden suunnittelussa,

- vastaavista valmistuksen, laadunvalvonnan ja laadunvarmistuksen tekniikoista, prosesseista ja järjestelmällisistä toimista, joita aiotaan käyttää,
- tarkastuksista ja testeistä, joita tehdään ennen valmistusta, valmistuksen aikana ja sen jälkeen ja niiden suoritustiheydestä,
- laatumerkinnöistä, kuten tarkastuselosteista ja testaus- ja kalibrointitiedoista ja asianomaisen henkilöstön pätevyyteen liittyvistä asiakirjoista,
- keinoista, joilla valvotaan koneilta vaaditun rakenteen ja laadun saavuttamista sekä laatujärjestelmän tosiasiallista toimintaa.

2.3 Ilmoitettu laitos arvioi laatujärjestelmän määrittääkseen, täyttääkö se 2.2 kohdassa tarkoitetut vaatimukset.

Laatujärjestelmän niiden osien, joissa noudatetaan sovellettavaa yhdenmukaistettua standardia, oletetaan olevan 2.2 kohdassa tarkoitettujen vastaavien vaatimusten mukaisia.

Arviointiryhmässä on oltava vähintään yksi jäsen, jolla on kokemusta koneiden teknologian arvioinnista. Arviointimenettelyyn sisältyy tarkastuskäynti valmistajan tiloissa. Arvioinnin aikana arviointiryhmän on suoritettava 2.1 kohdan toisen alakohdan kolmannessa luetelmakohdassa tarkoitettujen teknisten tiedostojen tarkastus varmistaakseen, että ne ovat asianmukaisten terveys- ja turvallisuusmääraysten mukaiset.

Päätöksestä on ilmoitettava valmistajalle tai tämän valtuutetulle edustajalle. Ilmoituksessa on oltava tarkastuksessa tehdyt päätelmät sekä perusteltu arviointipäätös. Hakijalla on oltava muutoksenhakumahdollisuus.

2.4 Valmistaja sitoutuu täyttämään laatujärjestelmästä, sellaisena kuin se on hyväksytty, johtuvat velvollisuudet ja pitämään laatujärjestelmä asianmukaisena ja tehokkaana.

Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on ilmoitettava laatujärjestelmän hyväksyneelle ilmoitetulle laitokselle laatujärjestelmään suunnitelluista muutoksista.

Ilmoitettu laitos arvioi ehdotetut muutokset ja päättää, vastaako muutettu laatujärjestelmä edelleen 2.2 kohdassa tarkoitettuja vaatimuksia vai onko tarpeen suorittaa uusi arviointi.

Sen on ilmoitettava päätöksensä valmistajalle. Ilmoituksessa on oltava tarkastuksessa tehdyt päätelmät sekä perusteltu arviointipäätös.

### 3. Ilmoitetun laitoksen vastuulla oleva valvonta

3.1 Valvonnan tarkoituksena on varmistaa, että valmistaja täyttää hyväksytystä laatujärjestelmästä johtuvat velvollisuudet asianmukaisesti.

3.2 Valmistajan on sallittava ilmoitetulle laitokselle tarkastusta varten pääsy suunnittelu-, valmistus-, tarkastus- ja testauspaikoille ja varastoihin sekä toimitettava sille kaikki tarvittavat tiedot, erityisesti



- laatu järjestelmää koskevat asiakirjat,
- laatumerkinnät, joita edellytetään suunnittelua koskevassa laatu järjestelmän osassa, esimerkiksi analyysien, laskelmien ja testien tulokset,
- lautupöytäkirjat, joita edellytetään valmistusta koskevassa laatu järjestelmän osassa, esimerkiksi tarkastus selosteet, testaustiedot, kalibrointitiedot ja asianomaisen henkilöstön pätevyyteen liittyvät asiakirjat.

3.3 Ilmoitettu laitos tekee määräajoin tarkastuksia varmistaakseen, että valmistaja ylläpitää ja noudattaa laatu järjestelmää; se toimittaa tarkastuskertomuksen valmistajalle. Määräajoin suoritettavien tarkastusten aikaväli on sellainen, että täydellinen uudelleenarviointi suoritetaan kolmen vuoden välein.

3.4 Ilmoitettu laitos voi lisäksi ennalta ilmoittamatta käydä valmistajan luona. Näiden ylimääräisten käyntien tarve ja suoritustiheys määritetään ilmoitetun laitoksen noudattaman tarkastuskäyntejä koskevan järjestelmän perusteella. Tarkastuskäyntejä koskevassa järjestelmässä otetaan huomioon erityisesti seuraavat tekijät:

- edellisten tarkastuskäyntien tulokset,
- korjaavien toimenpiteiden seurannan tarve,
- tarvittaessa järjestelmän hyväksymisen yhteydessä vahvistetut erityisvaatimukset,
- huomattavat muutokset valmistusprosessin, -toimenpiteiden tai -tekniikoiden järjestyksessä.

Näillä käynneillä ilmoitettu laitos voi tarvittaessa tehdä tai teettää testejä tarkastaakseen, että laatu järjestelmä toimii asianmukaisesti. Ilmoitetun laitoksen on toimitettava valmistajalle kertomus käynnistä sekä testaus seloste, jos testaus on suoritettu.

4. Valmistajan tai tämän valtuutetun edustajan on pidettävä kymmenen vuoden ajan viimeisen valmistuspäivän jälkeen kansallisten viranomaisten saatavilla

- edellä 2.1 kohdassa tarkoitetut asiakirjat,
- edellä 2.4 kohdan kolmannessa ja neljännessä alakohdassa sekä 3.3 ja 3.4 kohdassa tarkoitetut ilmoitetun laitoksen päätökset ja kertomukset.

## Liite 5. Lujuuslaskelmat, nurjahdus keskikappaleelle

Keskikappaleen nurjahduksessa on laskettu taka-alleajosuojan keskikappaleen kiinnityksen nurjahduskestävyyttä. Taka-alleajosuojan keskikappaleen kiinnitykseen ei kohdistu taivutuskuormitusta, joten sitä ei ole huomioitu nurjahdus lujuuslaskuissa.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

Hoikkuusluku taka-alleajosuojan keskikappaleen kiinnitykselle

$$E := 210\text{GPa}$$

$$a := 15\text{mm}$$

$$b := 90\text{mm}$$

$$I := \frac{a^3 \cdot b}{12}$$

$$I = 2.531 \times 10^4 \cdot \text{mm}^4$$

$$l_n := 225\text{mm}$$

Nurjahduksen kimmoteorian mukainen kriittinen kuorma

$$N_{cr} := \frac{\pi^2 E \cdot I}{l_n^2}$$

$$N_{cr} = 1.036 \times 10^3 \cdot \text{kN}$$

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 1155\text{mm}^2$$

Poikkileikkausluokille 1,2 ja 3

$$\lambda := \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$$\lambda = 0.629$$

Hoikkuusluvun mukaan määritellään pienennystekijä  $\chi$  kaavojen mukaisesti

$$\alpha := 0.49$$

$$\phi := 0.5 \left[ 1 + \alpha(\lambda - 0.2) + \lambda^2 \right]$$

$$\phi = 0.803$$

$$\chi := \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}}$$

$$\chi = 0.768$$

Nurjahduskestävyyden mitoitusarvo

Osavarmuusluku

$$\gamma_{M1} := 1.5$$

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$N_{b,Rd} := \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}}$$

$$N_{b,Rd} = 209.948 \text{ kN}$$

Normaalivoiman mitoitusarvo

$$N_{Ed} := 100 \text{ kN}$$

Nurjahduskestävyys

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd}} = 0.476$$

Mitoitusarvon tuloksen ollessa alle yhden sauvassa ei tapahdu nurjahdusta

Taka-alleajosuojan keskikappaleen RHS:n taipuma

$$F := 100 \text{ kN}$$

$$L := 150 \text{ mm}$$

$$I_y := 808300 \text{ mm}^4$$

$$E := 210000 \text{ MPa}$$

$$f := \frac{F \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I_y}$$

$$f = 0.663 \text{ mm}$$

## Liite 6. Lujuuslaskelmat, taivutus ja aksiaalinen voima päätykappaleelle

Taivutus ja aksiaalinen voima taka-alleajosuojan päätykappaleille

Päätykappaleelle kohdistettava kuormitus aiheuttaa kiinnitysrataan sekä taivutusta, että aksiaalista kuormaa. Alla olevissa lujuuslaskelmissa on tarkasteltu taka-alleajosuojan kiinnitysraudan ja runkopalkissa olevan L-tangon kestävyyttä yhdistetylle taivutus- ja aksiaali-kuormitukselle.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

Taivutuskestävyyden ehto

$$M_{Ed} \leq M_{N,Rd}$$

Taivutus

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

Reikien vaikutus taivutuksen kestävyyseseen. Reikiä ei tarvitse huomioida uuman vedetyllä alueella, mikäli alla oleva ehto täyttyy

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$A_{f,net} := 750 \text{ mm}^2$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$A_f := 750 \text{ mm}^2$$

Laipassa ei ole kiinnitys reikiä, joten vedetyn laipan pinta-ala on sama kuin vedetyn laipan nettopinta-ala.

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 f_u}{\gamma_{M2}} = 275.4 \text{ kN}$$

$$\frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = 266.25 \text{ kN}$$

$$\frac{A_{f,net} \cdot 0.9 f_u}{\gamma_{M2}} \geq \frac{A_f \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

Ehto toteutuu, joten reikiä ei tarvitse ottaa huomioon mitoitettaessa.

Taivutusvastus plastisuusteorian mukaan U-tanko 100 arvo. (Tekniikan taulukkokirjasta. 2007. Valtanen.)

$$W_{pl,y} := 8490 \text{ mm}^3$$

Myötöraja

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1.5$$

Taivutuskestävyyden mitoitusarvo

$$M_{pl,Rd} := \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{pl,Rd} = 2.009 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Mitoitettava taivutusmomentti

$$N_{Ed} := 50 \text{ kN}$$

$$L := 25 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} := N_{Ed} \cdot L$$

$$M_{Ed} = 1.25 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Taivutumomentin kestävyys U-tanko 100

$$\frac{M_{Ed}}{M_{pl,Rd}} = 0.622$$

Taivutus ja aksiaalinen voima U-palkki

$$N_{Ed} := 50 \text{ kN}$$

$$A := 1350 \text{ mm}^2$$

$$N_{pl,Rd} := \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$N_{pl,Rd} = 319.5 \text{ kN}$$

Taivutusmomentinkestävyyden mitoitusarvo, ottaen huomioon normaalivoiman vaikutuksen.

$$M_{N,Rd} := M_{pl,Rd} \cdot \left[ 1 - \left( \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right)^2 \right]$$

$$M_{N,Rd} = 1.96 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} := 1250 \text{ N} \cdot \text{m}$$

Taivutuskestävyyden mitoitusarvo  $M_{N,Rd}$  huomioituna aksiaalivoimalla  $N_{Ed}$  on suurempi kuin taivutusmomentin mitoitusarvo  $M_{Ed}$ .

L-tanko profiiliin kohdistuvat voimat ja niiden kestävyys

Leikkausvoima

$$V_{Ed} := 50 \text{ kN}$$

Plastisuusteorian mukainen leikkauskestävyys

$$A_v := 1440 \text{ mm}^2$$

$$f_y := 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M0} := 1$$

$$V_{pl,Rd} := \frac{A_v \cdot (f_y \div \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$$

$$V_{pl,Rd} = 295.14 \text{ kN}$$

Leikkausvoima on yli puolet pienempi kuin puolet plastisuusteorian mukaisesta leikkauskestävyydestä, näin ollen sen vaikutus taivutusmomenttikestävyyteen voidaan jättää huomioon ottamatta.

Ei leikkauslommahdusta, leikkantuminen tapahtuu L-tangossa joka on hitsattu kiinni runko-palkkiin.

Taivutusmomentti ja vastus L-tangossa

$$f_y = 355 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$W_{pl} := 5.04 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\gamma_{M0} := 1.0$$

$$M_{pl,Rd} := \frac{W_{pl} \cdot f_y}{\gamma_{M0}}$$

$$M_{pl,Rd} = 1.789 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd} > M_{Ed}$$

Joten rungon L-tanko kestää taivutuksen

## Liite 7. Lujuuslaskelmat, ruuviliitokset keskikappaleelle

### Keskikappaleen ruuviliitos

Liitteessä on laskettu taka-alleajosuojan keskikappaleen ruuviliitosten kestävyys sekä runkopalkin päässä, että taka-alleajosuojan keskikappaleen liitoksessa. Runkopalkin liitoksessa on kolme ruuvia ja taka-alleajosuojan kiinnitysliitoksessa kaksi ruuvia. Kaikkien käytettyjen ruuvien lujuusluokka on 10.9, ruuvien koko on M12.

Keskikappaleen ruuviliitokseen ei kohdistu taivutuskuormitusta, sillä ruuviliitos kestää vain taivutuksen, joka kohdistuu voiman kohdistamispisteestä katsottuna vastakkaiseen kiinnitysrataan. Liitos on mitoitettu tarkaksi siten, että kiinnitysrauta ottaa taka-alleajosuojaan kohdistetun kuorman päittäisliitoksen kautta vastaan.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

### Ruuviliitos runkopalkin päässä

#### Leikkausvoima

$$\alpha_v := 0.6$$

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 84.3 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{v,Rd} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v,Rd} = 40.464 \text{ kN}$$

Ruuvien kierteet eivät ole leikkaustasossa

#### Reunapuristuskestävyys

$$k_1 \text{ on pienin arvoista } 2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7 ; 2.5$$

$$e_2 := 50 \text{ mm}$$

$$d_0 := 13 \text{ mm}$$

$$2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7 = 9.069$$

$$k_1 := 2.5$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$a_b$  on pienin arvoista  $\alpha_d$ ;  $f_{ub}/f_u$ ; 1,0

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1.961$$

$$e_1 := 30\text{mm}$$

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0}$$

$$\alpha_d = 0.769$$

$$a_b := 0.769$$

$f_u$  on heikomman liitettävän osan vetomurtolujuuden nimellisarvo, molemmat S355

$$d := 12\text{ mm}$$

$$t := 10\text{ mm}$$

$$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b,Rd} = 94.126 \cdot \text{kN}$$

Kiinnitysryhmän kestävyys määritetään kertomalla pienempi arvoista  $F_{b,Rd}$  tai  $F_{v,Rd}$  ruuvien lukumäärällä.

Kiinnitysryhmän kestävyys

$$n := 3$$

$$n \cdot F_{v,Rd} = 121.392 \text{ kN}$$

Näin ollen liitos kestää sille aiheutuvan voiman  $N_{Ed} = 100 \text{ kN}$

Taka-alleajosuojan päässä

Vastakkaiseen liitokseen taivutuksesta aiheutuva voima

$$N_{Ed} := 100 \text{ kN}$$

$$L := 165 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} := N_{Ed} \cdot L$$

$$M_{Ed} = 1.65 \times 10^4 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

$$L := 370 \text{ mm}$$

$$F_{Ed} := \frac{M_{Ed}}{L}$$

$$F_{Ed} = 44.595 \text{ kN}$$



Reunapuristuskestävyys taka-alleajosuojan keskikappaleelle

$$k_1 \text{ on pienin arvoista } 2.8 \frac{e_2}{d_0} - 1.7; 2.5$$

$$e_2 := 20 \text{ mm}$$

$$d_0 := 13 \text{ mm}$$

$$2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7 = 2.608$$

$$k_1 := 2.5$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$a_b$  on pienin arvoista  $\alpha_d$ ;  $f_{ub}/f_u$ ; 1,0

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1.961$$

$$e_1 := 50 \text{ mm}$$

$$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0}$$

$$\alpha_d = 1.282$$

$$a_b := 1$$

$f_u$  on heikomman liitettävän osan vetomurtolujuuden nimellisarvo, molemmat S355

$$d := 12 \text{ mm}$$

$$t := 10 \text{ mm}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{b.Rd} := \frac{k_1 \cdot a_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{b.Rd} = 122.4 \text{ kN}$$

Ruuviliitos on vastaava kuin runkopalkin päässä, joten leikkausarvo  $F_{v.Rd} = 40.464 \cdot \text{kN}$  on pienempi, kuin reunapuritusvoima ( $F_{b.Rd}$ ), mutta suurempi kuin liitosta rasittava voima  $F_{Ed}$ .

Liitoksessa on kaksi pulttia  $n := 2$ , joten liitos kestää kuormituksen  $n \cdot F_{v.Rd} = 80.928 \cdot \text{kN}$

## Liite 8. Lujuuslaskelmat, ruuviliitokset päätykappaleille

Taka-alleajosuojan päätykappaleiden ruuviliitokset

Liitteessä on laskettu taka-alleajosuojan päätykappaleiden ruuviliitosten kestävyys sekä runkopalkin päässä, että taka-alleajosuojan keskikappaleen kiinnitys liitoksessa. Runkopalkin liitoksessa ja taka-alleajosuojan kiinnityслиitoksessa on kolme ruuvia. Kaikkien ruuviliitoksissa käytettyjen ruuvien lujuusluokka on 10.9.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

Kestävyys taka-alleajosuojan päässä

Ruuviliitoksiin kohdistuu taivutusta ja leikkausta

Kestävyys lasketaan yhdistettynä leikkaus- ja vetovoimana

$$\frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd.tod}} + \frac{F_{t.Ed}}{1.4F_{t.Rd}} \leq 1$$

Toteutuva leikkausvoima

$$F_{v.Ed} := 50 \text{ kN}$$

Ruuvi M16 lujuusluokka 10.9

Leikkausvoima

$$\alpha_v := 0.6$$

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 157 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{v.Rd} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v.Rd} = 75.36 \text{ kN}$$

Ruuviliitoksen kierteet eivät ole leikkaustasossa

Kun liitokseen kohdistuu sekä veto että leikkaus. Tällöin vedetyillä ruuveilla voidaan olettaa olevan täysivetokestävyysmitoitussarvo. Leikkausvoiman arvo on niiden ruuvien summa, jota ei käytetä siirtämään vetovoimia tai (0,4/1,4)) niiden ruuvien osalta, jotka siirtävät vetovoimia.

Taka-alleajosuojan päässä ruuvirivi siirtää sekä vedon, että leikkauksen.

Ruuvien määrä liitoksessa

$$n := 3$$

$$F_{v.Rd.tod} := n \cdot F_{v.Rd} \cdot \left( \frac{0.4}{1.4} \right)$$

$$F_{v,Rd,tod} = 64.594 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} := 50 \text{ kN}$$

Mitoitettu taivutusmomentti

$$L := 25 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} := N_{Ed} \cdot L$$

$$M_{Ed} = 1.25 \times 10^3 \cdot \text{N} \cdot \text{m}$$

Taivutuksesta liitokseen aiheutuva vetovoima

$$L := 50 \text{ mm}$$

$$F_{t,Ed} := \frac{M_{Ed}}{L}$$

$$F_{t,Ed} = 2.5 \times 10^4 \text{ N}$$

Vetokestävyys

$$k_2 := 0.9$$

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_S := 157 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{t,Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_S}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t,Rd} = 113.04 \text{ kN}$$

Liitoksessa on n kappaletta pulttia, joten  $F_{t,Rd}$  on todellisuudessa

$$F_{t,Rd,tod} := n \cdot F_{t,Rd}$$

$$F_{t,Rd,tod} = 339.12 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd,tod}} + \frac{F_{t,Ed}}{1.4 F_{t,Rd,tod}} = 0.827$$

Leikkauksesta ja taivutuksesta aiheutuva vääntö ei ylitä ruuviliitoksen kestävyyttä

Kestävyys runkopalkin päässä

Runkopalkin päässä taivutuksesta aiheutuva vetovoima kohdistuu ensimmäiseen ruuviin, takapäin katsottuna. Liitoksessa on yhteen kolme ruuvia, joista kaksi jälkimmäistä ottaa leikkausvoiman vastaan.

Taivutuksesta liitoksen aiheutuva vetovoima, taivutusmomentti on sama kuin puskurissa olevassa ruuviliitoksessa

$$L := 150 \text{ mm}$$

$$F_{t.Ed} := \frac{M_{Ed}}{L}$$

$$F_{t.Ed} = 8.333 \text{ kN}$$

Vetokestävyys

$$k_2 := 0.9$$

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A_S := 84.3 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{t.Rd} := \frac{k_2 \cdot f_{ub} \cdot A_S}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{t.Rd} = 60.696 \text{ kN}$$

Ruuviliitos kestää sille aiheutuvan vetokuormituksen

Toteutuva leikkausvoima

$$F_{v.Ed} := 50 \text{ kN}$$

Ruuvi M12 lujuusluokka 10.9

Leikkausvoima

$$\alpha_v := 0.6$$

$$f_{ub} := 1000 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$A := 84.3 \text{ mm}^2$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$F_{v.Rd} := \frac{\alpha_v \cdot f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}}$$

$$F_{v.Rd} = 40.464 \text{ kN}$$

kierteet eivät ole leikkaustasossa

Liitoksessa on kaksi ruuvia, jotka ottavat vedon vastaan, joten  $F_{v.Rd,tod}$

$$n := 2$$

$$F_{v.Rd,tod} := n \cdot F_{v.Rd}$$

$$F_{v.Rd,tod} = 80.928 \text{ kN}$$

Runko päässä yhdistetty veto ja leikkaus on näin ollen

$$\frac{F_{v.Ed}}{F_{v.Rd,tod}} + \frac{F_{t.Ed}}{1.4 F_{t.Rd}} = 0.716$$

Tuloksen ollessa alle yhden liitos kestää sille aiheutetut kuorman

U-palkin ollessa kiinnitettynä yhdestä kyljestä L-tankoon, on tangon ruuvirivin kestävyys tarkasteltu alla.

$$\beta_3 := 0.54$$

$$A_{\text{net}} := 656 \text{ mm}^2$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$N_{u,Rd} := \frac{\beta_3 \cdot A_{\text{net}} \cdot f_u}{\gamma_{M2}}$$

$$N_{u,Rd} = 144.53 \text{ kN}$$

L-tangon ruuvirivi kestää puristuksen, liitosta kuormittava voima  $N_{Ed}=50 \text{ kN}$

## Liite 9. Lujuuslaskelmat, hitsausliitokset keskikappaleelle

Taka-alleajosuojan keskikappaleen hitsausliitokset

Liitteessä on laskettu taka-alleajosuojan keskikappaleen hitsausliitosten kestävyys sekä runkopalkin päässä, että taka-alleajosuojan päässä. Runkopalkin ja kiinnityslatan väliseen liitokseen kohdistuu leikkaava. Taka-alleajosuojan keskikappaleen ja kiinnityslatan liitokseen kohdistuu vetovoima.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

Hitsausliitokset taka-alleajosuojan keskikappaleessa

Hitsausliitoksen tulee pitää vastaava taivutusvoima, kuin ruuviliitoksen  $F_{w,Ed} = 40,464 \text{ kN}$ .

Voima kohdistuu liitoksesta poispäin eli liitokseen ei kohdistu taivutusta. Näin ollen kestävyys voidaan laskea alla olevin kaavoin.

Pienahitsin kestävyys

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

$F_{w,Ed}$  on liitoksen mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$F_{w,Rd}$  on hitsin kestävyuden mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

Liitosta kuormittava normaalivoima

$$N_{Ed} := 40.464 \text{ kN}$$

$$L := 240 \text{ mm}$$

$$F_{w,Ed} := \frac{N_{Ed}}{L}$$

$$F_{w,Ed} = 168.6 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hitsin kestävyuden mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$$F_{w,Rd} = f_{vw,d} \cdot a$$

$$a := 5 \text{ mm}$$

Leikkauslujuuden mitoitusarvo

$$f_{vw,d} = \frac{f_u \div \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$f_{vw,d} := \frac{f_u \div \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$f_{vw,d} = 261.732 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kestävyyden mitoitusarvo pituusyksikköä kohden on näin ollen

$$F_{w,Rd} := f_{vw,d} \cdot a$$

$$F_{w,Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liitoksen kestävyys ehto toteutuu

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

Kestävyys runkopalkin päässä

Runkopalkin päässä kiinnityslatan liitoksessa on voimassa samat arvot materiaaleille, kuin taka-alleajosuojan päässä. Myös liitoksen pituus on sama. Näin ollen liitos kestää saman kuorman  $F_{w,Rd}$ . Liitokseen kohdistuu normaalivoima  $N_{Ed}$ .

$$F_{w,Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liitosta kuormittava normaalivoima

$$N_{Ed} := 100 \text{ kN}$$

$$L := 240 \text{ mm}$$

Näin ollen liitoksen mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$$F_{w,Ed} := \frac{N_{Ed}}{L}$$

$$F_{w,Ed} = 416.667 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liitoksen kestävyys ehto toteutuu

$$F_{w,Ed} \leq F_{w,Rd}$$

## Liite 10. Lujuuslaskelmat, hitsausliitokset päätykappaleessa

Hitsausliitosten kestävyys taka-alleajosuojan päätykappaleen liitoksissa

Liitteessä on laskettu taka-alleajosuojan päätykappaleen hitsausliitosten kestävyys sekä runkopalkin päässä, että taka-alleajosuojan päässä. Kuormitus kohdistuu liitoksen viereen, joten taka-alleajosuojan päässä liitokseen kohdistuu sekä taivutusta, että liitosta puristava normaali voima. Runkopalkissa L-tanko ottaa sekä taivutuksen, että normaalivoiman vastaan.

Lujuuslaskelmissa on standardista poiketen käytetty symbolien alaindeksien välissä pistettä pilkun sijaan. Toimenpide oli välttämätön tehdä, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

Runkopalkin päässä

Liitokseen kohdistuu sekä taivutus- että normaalivoima. Liitos on L-tangossa, joten sivuilla olevien saumojen voidaan olettaa ottavat normaalivoima vastaan. L-tangon päässä olevat saumat ottavat taivutuksen vastaan.

Pienahitsin kestävyys

$$F_{w.Ed} \leq F_{w.Rd}$$

$F_{w.Ed}$  on liitoksen mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$F_{w.Rd}$  on hitsin kestävyuden mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

Liitosta kuormittava normaalivoima

$$N_{Ed} := 50 \text{ kN}$$

$$L := 240 \text{ mm}$$

$$F_{w.Ed} := \frac{N_{Ed}}{L}$$

$$F_{w.Ed} = 208.333 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Hitsin kestävyuden mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$$F_{w.Rd} = f_{vw.d} \cdot a$$

$$a := 5 \text{ mm}$$

Leikkauslujuuden mitoitusarvo

$$f_{vw.d} = \frac{f_u \div \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\gamma_{M2} := 1.25$$

$$f_{vw.d} := \frac{f_u \div \sqrt{3}}{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}$$

$$f_{vw.d} = 261.732 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Kestävyyden mitoitusarvo pituusyksikköä kohden on näin ollen

$$F_{w.Rd} := f_{vw.d} \cdot a$$

$$F_{w.Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liitoksen kestävyys ehto toteutuu

$$F_{w.Ed} \leq F_{w.Rd}$$

Taivutusvoima

$$M_{Ed} := 1250 \text{ N}\cdot\text{m}$$

Taivutuksen voidaan olettaa tapahtuvan siten, että L-tangon keskikohta on pyörähdyksen keskipisteenä. Näin ollen sauman momentinvarreksi tulee puolet L-tangon pituudesta.

Momentin varsi

$$z := 90 \text{ mm}$$

Taivutuksesta liitokseen aiheutuva normaalivoima

$$N_{Ed} := \frac{M_{Ed}}{z}$$

$$N_{Ed} = 13.889 \text{ kN}$$

Hitsin pituus L-tangon päässä voi olla enimmillään 50mm, sillä L-tangon profiili on 100x50.

Liitosta kuormittava normaalivoima

$$N_{Ed} = 13.889 \text{ kN}$$

$$L := 50 \text{ mm}$$

$$F_{w.Ed} := \frac{N_{Ed}}{L}$$

Liitoksen mitoitusarvo pituusyksikköä kohti

$$F_{w.Ed} = 277.778 \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Kestävyyden mitoitusarvo pituusyksikköä kohden on sama, kuin L-tankoa kuormittava normaalivoimalla.

$$F_{w.Rd} = 1.309 \times 10^3 \cdot \frac{\text{kN}}{\text{m}}$$

Liitoksen kestävyys ehto toteutuu, L-tanko kestää taivutuskuormituksen

$$F_{w.Ed} \leq F_{w.Rd}$$

Taka-alleajosuojan päätykappaleessa oleva hitsausliitos

Taka-alleajosuojan päässä hitsausliitokseen kohdistuu taivutuksesta aiheutuva vääntömomentti  $M_{Ed}$ . Taivutusta ottaa vastaan kiinnityslatta, jota on tuettu taka-alleajosuojan pituus suunnassa. Taivutus tapahtuu kiinnityslatan hitsaus saumaan nähden kohtisuorassa sivullepäin.

Kiinnitys- ja tukilatta on tiiviisti kiinni taka-alleajosuojan päätykappaleessa, eurokoodin vaatimusten mukaisesti.

$$M_{sd} := 1250 \text{ N}\cdot\text{m}$$

$$I_{y,\text{kiinnityslatta}} := 8333 \text{ mm}^4$$

$$I_{y,\text{tukilatta}} := 216000 \text{ mm}^4$$

$$\Sigma I_y := I_{y,\text{kiinnityslatta}} + I_{y,\text{tukilatta}}$$

$$\Sigma I_y = 2.243 \times 10^5 \cdot \text{mm}^4$$

$$A := 1720 \text{ mm}^2$$

$$N_{sd} := 50 \text{ kN}$$

$$h := 70 \text{ mm}$$

$$t_f := 10 \text{ mm}$$

Jännitys kiinnityslatan ja tukilatan yhtymäkohdassa

Neutraaliakselin etäisyys, suurempi määräävä

$$e_1 := 22.56 \text{ mm}$$

rakenteen mitta on 70mm, joten

$$e_2 := 47.44 \text{ mm}$$

Näin ollen

$$e := 47.44 \text{ mm}$$

$$\sigma_x := \frac{M_{sd}}{\Sigma I_y} \cdot e - \frac{N_{sd}}{A}$$

$$\sigma_x = 235.269 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Kaksoispienahitsin jännitykset

$$a_f := 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_{\text{koh}} := \frac{\sigma_x}{2\sqrt{2} \cdot a_f} \cdot t_f$$

$$\sigma_{\text{koh}} = 166.361 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\sigma = \tau$$

$$\tau_{\text{koh}} := \frac{\sigma_x}{2\sqrt{2} \cdot a_f} \cdot t_f$$

$$\tau_{\text{koh}} = 166.361 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Pienahitsin kestävyydelle on kaksi eri mitoitusehto

Leikkaus- ja normaalijännityksen alaindeksit eivät ole eurokoodien mukaisia, johtuen mathcad-laskentaohjelman ominaisuuksista.

$\sigma_{\text{koh}}$  = laskentapintaa vastaan kohtisuora normaalijännitys

$\sigma_{\text{yhd}}$  = hitsin akselin suuntainen normaalijännitys

$\tau_{\text{koh}}$  = hitsin akselia vastaan kohtisuora leikkausjännitys

Mitoitusehdot

$$\left[ \sigma_{\text{koh}}^2 + 3 \cdot (\tau_{\text{koh}}^2 + \tau_{\text{yhd}}^2) \right]^{0.5} \leq \frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}}$$

$$\sigma_{\text{koh}} \leq \frac{f_u}{\gamma_{Mw}}$$

$$\left( \sigma_{\text{koh}}^2 + 3 \tau_{\text{koh}}^2 \right)^{0.5} = 332.721 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$f_u := 510 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\beta_w := 0.9$$

$$\gamma_{Mw} := 1.25$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \cdot \gamma_{Mw}} = 453.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$332.721 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 453.333 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ehto toteutuu

$$\sigma_{\text{koh}} = 166.361 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$\frac{f_u}{\gamma_{Mw}} = 408 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

$$166.361 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2} \leq 408 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Ehto toteutuu

Molemmat ehdot toteutuvat, joten hitsausliitos kestää taivutuksesta syntyvät jännitykset